

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von  
Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard

**Vergleich von Leistung, Gesundheit und  
Verhalten zwischen den Legelinien  
Lohmann Selected Leghorn-Classic (LSL)  
und Lohmann Brown-Classic (LB)  
bei einem Ressourcenangebot von 2:1  
in einem ausgestalteten Käfigsystem**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Amrei Probst  
aus Reutlingen

München 2013

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| Dekan:            | Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun         |
| Berichterstatter: | Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard |
| Korreferent:      | Univ.-Prof. Dr. Rüdiger Korb          |

Tag der Promotion: 09.02.2013

Meiner Familie  
in tiefer Liebe

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung .....   | 1  |
| 2. Literaturübersicht.....  | 3  |
| 2.1. Anforderungen an die Haltungsbedingungen bei Legehennen..... | 3  |
| 2.1.1. Licht.....   | 3  |
| 2.1.2. Luftfeuchtigkeit und Temperatur .....                      | 4  |
| 2.2. Fütterung und Futteraufnahme .....                           | 4  |
| 2.3. Leistungsparameter der Legehennen .....                      | 6  |
| 2.3.1. Legeleistung .....   | 6  |
| 2.3.2. Eigewicht .....  | 7  |
| 2.3.3. Wahl des Eiablageplatzes und Anteil verlegter Eier .....   | 8  |
| 2.3.4. Schmutzeier.....   | 10 |
| 2.3.5. Knick- und Brucheier .....                                 | 10 |
| 2.3.6. Windeier .....   | 11 |
| 2.3.7. Bruchfestigkeit der Eier und Eischalendicke .....          | 12 |
| 2.4. Gesundheitliche Parameter bei Legehennen .....               | 13 |
| 2.4.1. Äußere körperliche Verfassung.....                         | 13 |
| 2.4.1.1. Gefiederzustand.....                                     | 13 |
| 2.4.1.2. Verletzungen.....  | 14 |
| 2.4.1.3. Fußgesundheit.....                                       | 15 |
| 2.4.1.4. Brustbein.....   | 17 |
| 2.4.1.5. Körpergewicht.....                                       | 18 |
| 2.4.1.6. Krallen .....  | 19 |
| 2.4.2. Physiologische Blutparameter.....                          | 19 |
| 2.4.2.1. Hämatokrit .....   | 19 |
| 2.4.2.2. Hämoglobin.....  | 20 |
| 2.4.2.3. Calcium und Phosphor.....                                | 21 |
| 2.4.2.4. IgY-Konzentration .....                                  | 22 |
| 2.4.3. Postmortale Befunde bei Legehennen .....                   | 23 |
| 2.4.3.1. Leberverfettung.....                                     | 23 |
| 2.4.3.2. Knochenbruchfestigkeit.....                              | 25 |
| 2.5. Verhalten.....   | 26 |
| 2.5.1. Aufenthalt auf dem Boden .....                             | 26 |
| 2.5.2. Aufenthalt auf den Sitzstangen .....                       | 27 |
| 2.5.3. Aufenthalt in den Legenestern .....                        | 29 |
| 2.5.4. Nahrungsaufnahmeverhalten.....                             | 30 |



|   |    |
|---|----|
| 2.5.5. Körper- und Federpicken, Kannibalismus .....   | 31 |
| 2.5.6. Körperpflegeverhalten.....                     | 34 |
| 2.5.7. Staubbadeverhalten.....                        | 35 |
| 3. Tiere, Material und Methoden.....                  | 42 |
| 3.1. Tiere .....                                      | 42 |
| 3.2. Haltungsbedingungen.....                         | 43 |
| 3.2.1. Stallsystem .....                              | 43 |
| 3.2.2. Licht.....                                     | 45 |
| 3.2.3. Luftfeuchtigkeit und Temperatur .....          | 46 |
| 3.2.4. Fütterung .....                                | 46 |
| 3.2.5. Einstreumanagement der Staubbadematten.....    | 47 |
| 3.3. Leistungsparameter.....                          | 48 |
| 3.3.1. Legeleistung .....                             | 48 |
| 3.3.2. Eigewicht .....                                | 48 |
| 3.3.3. Wahl des Eiablageplatzes, verlegte Eier.....   | 49 |
| 3.3.4. Wind-, Knick-, Bruch- und Schmutzeier .....    | 49 |
| 3.3.5. Bruchfestigkeit der Eier.....                  | 49 |
| 3.3.6. Eischalendicke.....                            | 50 |
| 3.4. Tiergesundheit.....                              | 50 |
| 3.4.1. Gesundheitsproblematik und Behandlungen.....   | 50 |
| 3.4.2. Bonitur .....                                  | 53 |
| 3.4.3. Gewinnung der Blutproben .....                 | 55 |
| 3.4.4. Hämatokrit .....                               | 56 |
| 3.4.5. Hämoglobin .....                               | 56 |
| 3.4.6. Calcium und Phosphor.....                      | 56 |
| 3.4.7. Gewinnung der Dotterproben.....                | 57 |
| 3.4.8. Bestimmung der IgY-Konzentration .....         | 57 |
| 3.4.9. Postmortale Untersuchungen.....                | 59 |
| 3.4.10. Knochenbruchfestigkeit.....                   | 60 |
| 3.5. Verhaltensbeobachtung.....                       | 61 |
| 3.5.1. Aufenthalts- und Aktivitätsprofil.....         | 61 |
| 3.5.2. Inanspruchnahme der gegebenen Ressourcen ..... | 63 |
| 3.5.3. Staubbadeverhalten.....                        | 64 |
| 3.6. Statistische Auswertung .....                    | 66 |
| 4. Ergebnisse .....                                   | 68 |
| 4.1. Haltungsbedingungen.....                         | 68 |
| 4.1.1. Licht.....                                     | 68 |
| 4.1.2. Stallklima .....                               | 69 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2. Futterverbrauch .....                       | 69  |
| 4.3. Leistungsparameter .....                    | 74  |
| 4.3.1. Legeleistung .....                        | 74  |
| 4.3.2. Eigewicht .....                           | 75  |
| 4.3.3. Anteil verlegter Eier .....               | 77  |
| 4.3.4. Wahl des Eiablageplatzes.....             | 78  |
| 4.3.5. Anteil der Schmutzeier.....               | 79  |
| 4.3.6. Anteil der Knick- und Brucheier.....      | 80  |
| 4.3.7. Anteil der Windeier .....                 | 81  |
| 4.3.8. Bruchfestigkeit der Eier.....             | 82  |
| 4.3.9. Eischalendicke.....                       | 84  |
| 4.3.10. Eiermaße .....                           | 85  |
| 4.4. Tiergesundheit.....                         | 86  |
| 4.4.1. Bonitur .....                             | 86  |
| 4.4.1.1. Gefiederzustand.....                    | 86  |
| 4.4.1.2. Verletzungen.....                       | 92  |
| 4.4.1.3. Fußgesundheit.....                      | 95  |
| 4.4.1.4. Brustbeinzustand .....                  | 96  |
| 4.4.1.5. Körpergewicht .....                     | 97  |
| 4.4.1.6. Krallen .....                           | 98  |
| 4.4.2. Physiologische Blutparameter.....         | 99  |
| 4.4.2.1. Hämatokrit .....                        | 99  |
| 4.4.2.2. Hämoglobin.....                         | 101 |
| 4.4.2.3. Calcium.....                            | 102 |
| 4.4.2.4. Phosphor .....                          | 104 |
| 4.4.2.5. Calcium-Phosphor-Verhältnis.....        | 105 |
| 4.4.3. Immunologie .....                         | 106 |
| 4.4.3.1. Immunglobulin Y-Gehalt im Serum.....    | 106 |
| 4.4.3.2. Immunglobulin Y-Gehalt im Eidotter..... | 107 |
| 4.4.4. Post mortem-Untersuchungen .....          | 109 |
| 4.4.4.1. Lebergewicht .....                      | 109 |
| 4.4.4.2. Verfettungsgrad der Leber .....         | 109 |
| 4.4.4.3. Milzgewicht .....                       | 110 |
| 4.4.4.4. Brustbeindeformation .....              | 110 |
| 4.4.4.5. Knochenmaße .....                       | 111 |
| 4.4.4.6. Knochenbruchfestigkeit.....             | 112 |
| 4.5. Verhaltensbeobachtung.....                  | 114 |
| 4.5.1. Ergebnisse des Scan Samplings .....       | 114 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.5.1.1. Aufenthaltsort.....  | 114 |
| 4.5.1.2. Nutzung der Ressourcen .....   | 117 |
| 4.5.1.3. Tagesprofil verschiedener Verhaltensweisen .....   | 121 |
| 4.5.1.4. Nahrungsaufnahmeverhalten in Abhängigkeit der<br>Einstreuhäufigkeit .....  | 124 |
| 4.5.2. Ergebnisse des Continuous Recording: Staubbadeverhalten.....   | 126 |
| 4.5.2.1. Staubbadedauer .....   | 126 |
| 4.5.2.2. Anzahl der Staubbadeaktionen .....   | 128 |
| 4.5.2.3 Zusammenfassende Darstellung zur Entwicklung der durchschnittlichen<br>Staubbadedauer und Anzahl an Staubbadeaktionen bezüglich der<br>jeweiligen Einstreuzeit im zeitlichen Verlauf..... | 131 |
| 4.5.2.4. Varianz unterschiedlicher Abteile bezüglich des Staubbadever-<br>haltens.....  | 134 |
| 4.5.2.5. Unterbrechungen eines Staubbades .....   | 136 |
| 4.5.2.6. Vorzeitige Beendigung eines Staubbades.....  | 138 |
| 4.5.2.7. Axiales Körperschütteln (Abschlusschütteln).....   | 141 |
| 5. Diskussion.....  | 145 |
| 5.1. Licht, Luftfeuchtigkeit und Temperatur.....  | 145 |
| 5.2. Fütterung und Futteraufnahme .....   | 146 |
| 5.3. Leistungsparameter.....  | 147 |
| 5.3.1. Legeleistung .....   | 147 |
| 5.3.2. Eigewicht .....  | 148 |
| 5.3.3. Wahl des Eiablageplatzes und Anteil der verlegten Eier .....   | 148 |
| 5.3.4. Schmutzeier.....   | 150 |
| 5.3.5. Knick- und Brucheier .....   | 151 |
| 5.3.6. Windeier .....   | 152 |
| 5.3.7. Bruchfestigkeit der Eier und Eischalendicke .....  | 152 |
| 5.4. Tiergesundheit.....  | 153 |
| 5.4.1. Bonitur .....  | 153 |
| 5.4.1.1. Gefiederzustand.....   | 153 |
| 5.4.1.2. Verletzungen.....  | 154 |
| 5.4.1.3. Fußgesundheit.....   | 155 |
| 5.4.1.4. Brustbeinzustand .....   | 156 |
| 5.4.1.5. Körpergewicht.....   | 158 |
| 5.4.1.6. Krallen .....  | 158 |
| 5.4.2. Physiologische Blutparameter.....  | 158 |
| 5.4.2.1. Hämatokrit und Hämoglobin.....   | 158 |
| 5.4.2.2. Calcium und Phosphor.....  | 159 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4.2.3. Ig Y-Konzentration .....                                   | 160 |
| 5.4.3. Postmortale Untersuchungen.....                              | 161 |
| 5.4.3.1. Leberzustand .....   | 161 |
| 5.4.3.2. Knochenbruchfestigkeit.....                                | 161 |
| 5.5. Verhaltensbeobachtung.....                                     | 162 |
| 5.5.1. Ergebnisse des Scan Samplings .....                          | 162 |
| 5.5.1.1. Aufenthaltsort.....  | 162 |
| 5.5.1.2. Nutzung der Ressourcen .....                               | 165 |
| 5.5.1.3. Tagesprofil verschiedener Verhaltensweisen .....           | 166 |
| 5.5.2. Ergebnisse des Continuos Recordings: Staubbadeverhalten..... | 168 |
| 5.6. Schlussfolgerung.....  | 174 |
| 6. Zusammenfassung.....   | 176 |
| 7. Summary .....  | 179 |
| 8. Eidesstattliche Versicherung/Declaration on oath.....            | 182 |
| 9. Literaturverzeichnis .....                                       | 183 |
| 10. Anhang.....   | 197 |
| 11. Danksagung .....  | 228 |

## Abkürzungen

|                 |   |
|-----------------|---|
| Abb.            | Abbildung                                       |
| Abt.            | Abteil  |
| B               | Breite  |
| bzw.            | beziehungsweise                                 |
| Ca              | Calcium   |
| ca.             | Cirka   |
| cm              | Zentimeter                                      |
| cm <sup>2</sup> | Quadratzentimeter                               |
| d. h.           | das heißt                                       |
| EDTA            | Ethylendiamintetraacetat                        |
| EG              | Europäische Gemeinschaft                        |
| ELISA           | Enzyme-linked immunosorbent assay               |
| g               | Gramm   |
| g/l             | Gramm pro Liter                                 |
| ggf.            | gegebenenfalls                                  |
| ggr.            | geringgradig                                    |
| h               | Stunde  |
| H               | Höhe  |
| hgr.            | hochgradig                                      |
| IGN             | Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung |
| Ig Y            | Immunoglobulin Y                                |
| k. A.           | keine Angabe                                    |
| kg              | Kilogramm                                       |
| KGW             | Körpergewicht                                   |
| LB              | Lohmann Brown Classic                           |
| LSL             | Lohmann Selected Leghorn Classic                |
| LW              | Lebenswoche                                     |
| m               | Meter   |
| mgr.            | mittelgradig                                    |
| min             | Minute  |
| Min.            | Minimum   |
| Max.            | Maximum   |
| mg              | Milligramm                                      |
| mind.           | mindestens                                      |
| mm              | Millimeter                                      |

|              |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
| mmol/l       | Millimol pro Liter                    |
| MW           | Mittelwert                            |
| n            | Anzahl                                |
| N            | Newton                                |
| NaCl         | Natriumchlorid                        |
| o. b. B.     | ohne besonderen Befund                |
| p            | Irrtumswahrscheinlichkeit             |
| P            | Phosphor                              |
| Pa           | Pascal                                |
| PBS          | Phosphatgepufferte Kochsalzlösung     |
| RZB          | Relative Zentrifugalbeschleunigung    |
| s.           | siehe                                 |
| SD           | Standardabweichung                    |
| sec          | Sekunde                               |
| SEM          | Standardfehler                        |
| SI           | Internationales Einheitensystem       |
| sog.         | sogenannte                            |
| T            | Tiefe                                 |
| Tab.         | Tabelle                               |
| TMB          | Tetramethylbenzidin                   |
| TierSchNutzV | Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung |
| u. a.        | unter anderem                         |
| UZR          | Untersuchungszeitraum                 |
| v. a.        | vor allem                             |
| VO           | Verordnung                            |
| vs.          | versus                                |
| W            | Watt                                  |
| z. B.        | zum Beispiel                          |

### 1. Einleitung

Durch Inkrafttreten der zweiten Verordnung zur Änderung der TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG am 04. August 2006 (TierSchNutztV, 2006) wurde in Deutschland die Kleingruppenhaltung von Legehennen neben der Boden- und Freilandhaltung als letzte Form der Käfighaltung erlaubt. In Deutschland endeten die Übergangsfristen für die Nutzung der herkömmlichen Käfige (Batteriehaltung) spätestens am 31. Dezember 2009. Ab 01. Januar 2012 ist die konventionelle Käfighaltung nach der „RICHTLINIE 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen“ auch in der gesamten Europäischen Union verboten.

Die Kleingruppenhaltung soll einen Kompromiss zwischen Wirtschaftlichkeit und Tiergerechtigkeit darstellen. Hierbei werden in Deutschland die Legehennen in Gruppen von 40-60 Tieren eingestallt, wobei jedem Tier eine nutzbare Fläche von 800-900 cm<sup>2</sup> zur Verfügung stehen muss. Weiterhin sind erhöhte Sitzstangen in zwei Ebenen, Gruppennester und Einstreuflächen, die das Staubbaden ermöglichen sollen, vorgeschrieben. Obwohl die Kleingruppenhaltung durchaus eine Verbesserung im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung darstellt, steht auch dieses Haltungssystem, hinsichtlich einer tiergerechten Haltung, in der Diskussion.

Am 12. Oktober 2010 wurde die Regelung zur Kleingruppenhaltung und die dazugehörigen Übergangsregelungen aufgrund eines Verfahrensfehlers für mit dem Grundgesetz unvereinbar erklärt und vom Bundesverfassungsgericht für verfassungswidrig erklärt. Bis zum 31. März 2012 hätte eine Neuregelung erfolgen sollen, allerdings scheiterten die Verhandlungen bezüglich der Länge der festzusetzenden Übergangsfristen. Bis zum Inkrafttreten einer neuen bundeseinheitlichen Regelung, obliegt die Regelung der Haltungsbedingungen bezüglich der Kleingruppenhaltung von Legehennen seit Anfang April 2012 den einzelnen Bundesländern.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die beiden Hybridlegelinien Lohmann Selected Leghorn-Classic (LSL) und Lohmann Brown-Classic (LB), die auf dem Eiermarkt nahezu weltweit fest etabliert sind, hinsichtlich ihrer Leistung, Eiqualität, Gesundheit und des Verhaltens zu vergleichen. Dies geschah insbesondere unter Berücksichtigung der Besatzdichte im Käfigsystem und einem Tier-/Ressourcen-Verhältnis von je zwei Hennen pro Futtertrog, Tränke, Nest, Stange und Staubbadematte. Darüber hinaus wurde mit der unterschiedlich häufigen Substratgabe einer definierten Menge an Futter auf die angebotenen

Astroturf-Staubbadematten der Einfluss dieser verschiedenen Einstreuintervalle auf die Futteraufnahme und auf das Staubbadeverhalten evaluiert.



## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Anforderungen an die Haltungsbedingungen bei Legehennen**

#### **2.1.1. Licht**

Die Lichtverhältnisse der Haltungsumgebung haben Auswirkungen auf die Futteraufnahme (KAMPHUES et al., 2004), die Legeleistung (SCHOLTYSSSEK, 1974; THIELE, 2012), das Einsetzen der Legetätigkeit und somit indirekt auch auf das Eigewicht (POTTGUETER, 2011). Um möglichst hohe Leistungen zu erzielen werden in Intensivhaltungen seit langem fensterlose Ställe genutzt. So werden die unerwünschten Effekte der natürlichen und jahreszeitlich schwankenden Tageslänge unterbunden. Stattdessen wird in festgelegten Beleuchtungsprogrammen Kunstlicht ausgestrahlt (PETERSEN, 2000). Dazu wird die Beleuchtungsdauer ab der 17. Lebenswoche schrittweise von neun auf ca. 14 Stunden pro Tag erhöht und dann während der gesamten Legeperiode konstant gehalten (KAMPHUES et al., 2004). Nach der TierSchNutzV (2006) gilt jedoch die Regelung, dass Gebäude mit Lichtöffnungen ausgestattet sein müssen, „deren Fläche mindestens 3 Prozent der Stallgrundfläche entspricht und die so angeordnet sind, dass eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Lichts gewährleistet wird“, sofern diese Gebäude nicht schon vor 2002 eingesetzt worden waren. Zudem müssen die Gebäude „so beleuchtet sein, dass sich die Tiere untereinander erkennen und durch die mit der Fütterung und Pflege betrauten Personen in Augenschein genommen werden können“.

Das Lichtregime wirkt sich jedoch nicht nur auf die Gesundheit, sondern auch auf das Wohlbefinden und Verhalten der Hennen aus (ACHILLES, 2002). So bestimmt der Hell-Dunkel-Rhythmus die Sitzstangen- (ENGELMANN, 1969; PLATZ et al., 2009) und Nestnutzung, die Nahrungsaufnahme und das Komfortverhalten (FÖLSCH, 1981).

Vögel haben die Fähigkeit zu tetrachromatischem Sehen. Das bedeutet, dass sie im Gegensatz zum Menschen auch UV-Licht wahrnehmen können. Zudem ist die spektrale Sensitivität bei Vögeln erhöht, so dass sie natürliche Lichtverhältnisse heller wahrnehmen als Menschen. Einen weiteren Unterschied stellt die Wahrnehmung weit höherer Flackerfrequenzen von über 120 Hz dar (STEIGERWALD, 2006). Künstliche Lichtquellen müssen unbedingt auf die Physiologie des Sehens von Vögeln ausgerichtet sein und dürfen nicht flackern (ACHILLES, 2002). Letzteres schreibt auch die TierSchNutzV (2006) vor, die

weiterhin bestimmt, dass die Beleuchtungsdauer und -intensität genügen muss, damit die Hennen ihre artspezifischen Bedürfnisse decken können. Das BML (1999) empfiehlt eine Beleuchtungsstärke von mindestens 20 Lux im Tierbereich. Eine hohe Lichtintensität erhöht jedoch die Aktivität der Hennen und führt verstärkt zu Verhaltensstörungen wie Federpicken oder Kannibalismus (KJAER und VESTERGAARD, 1999; ACHILLES, 2002; MAIR et al., 2002; KEPPLER, 2008). Nach TAYLOR et al. (2003) sind Hennen in schlecht ausgeleuchteten Haltungseinrichtungen wesentlich in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt, da sie sich bei einer Lichtintensität von 6 Lux oder weniger deutlich vorsichtiger und unsicherer bewegen. Laut PRESCOTT et al. (2003) hat sehr dunkles Licht negative Auswirkungen auf die okuläre Entwicklung.

### **2.1.2. Luftfeuchtigkeit und Temperatur**

Nach KAMPHUES et al. (2004) wird für Hennen im Legestadium eine Stalltemperatur zwischen 10-20 °C und eine Luftfeuchtigkeit zwischen 50-85 % empfohlen. SCHOLTYSEK (1974) nennt als das optimale Stallklima 12-18 °C bei einer Luftfeuchtigkeit zwischen 60-80 %. Dabei wirken sich Temperaturen im unteren Bereich dieser Spanne positiv auf die Legeleistung aus während Temperaturen an der oberen Grenze dieses Referenzbereichs zu einer ökonomischen Futtermittelverwertung führen (DOLL und SCHOLTYSEK, 1978). Während die Luftfeuchtigkeit keinen direkten Effekt auf die Leistung der Hennen hat, müssen zu niedrige Umwelttemperaturen über eine gesteigerte Futteraufnahme kompensiert werden. Ist dies nicht möglich oder fressen die Hennen aufgrund zu hoher Temperaturen wenig, so wirkt sich das negativ auf das Eigewicht und die Legeleistung aus (BESSEI, 1988).

## **2.2. Fütterung und Futteraufnahme**

Die tägliche Futteraufnahme nimmt vom Legebeginn bis zum Ende der Legeperiode im 12/14. Monat zu und steigt dabei von ca. 95-100 g auf 115-125 g. Wie viel Futter die Hennen täglich aufnehmen hängt von der Lebendmasse sowie der täglich produzierten Eimasse ab (HALLE, 2008). Je höher die Legeleistung und je schwerer der Hennentyp, desto mehr Futter wird im Allgemeinen verzehrt. Konkret geben KAMPHUES et al. (2004) hierzu an, dass bei einer 90 %igen Legeleistung leichte Legelinien mit einer Körpermasse von bis zu 1,8 kg einen täglichen Futterverbrauch von 129 g und schwere Linien 143 g pro Tier und Tag benötigen. Allerdings hat auch der Gefiederzustand

großen Einfluss auf den Energie- und damit auf den Futterbedarf (LÜHMANN, 1983; DAMME, 1993; URSELMANS und DAMME, 2012), da das Gefieder als Isolation eine wesentliche Rolle bei der Thermoregulation und Aufrechterhaltung der physiologischen Körpertemperatur spielt (GERKEN et al., 2006; CLAUSS und CLAUSS, 2007; KÖNIG et al., 2009). Während unter den Weißlegern die Hennen mit kupiertem Schnabel durchschnittlich etwas weniger Futter aufnehmen als die mit unkupiertem Schnabel, zeigen sich diesbezüglich bei den Braunlegern keine Unterschiede (DAMME et al., 2010). Auswirkungen auf die Futteraufnahme hat auch der Aktivitätsgrad der Hennen, so dass zwischen unterschiedlichen Haltungssystemen und damit verbundenen Bewegungsmöglichkeiten oder -einschränkungen wesentliche Differenzen bestehen (THIELE, 2012). Dabei haben Hennen in Bodenhaltung einen um 10 % und in Freilandhaltung einen um 15 % erhöhten Gesamtenergiebedarf im Vergleich zur Käfighaltung (HALLE, 2008). Des Weiteren hängt die Futteraufnahme vom Stallklima und dem Beleuchtungsprogramm ab. So reduzieren hohe Temperaturen die Futteraufnahme, während niedrige Temperaturen und eine Zunahme der Tageslichtlänge die Futteraufnahme steigern. Das Futtermittel selbst spielt eine Rolle durch seine Art, Schmackhaftigkeit, die Partikelgröße, den Mineralstoffgehalt und die Energiedichte. Heutzutage sind in der Legehennenhaltung mehlartige Alleinfuttermittel, die über automatische Systeme ad libitum verabreicht werden die Regel (KAMPHUES et al., 2004). Bei einer sogenannten Phasenfütterung werden durch ein oder zwei Wechsel des Futtermittels im Verlauf der Legeperiode insbesondere der Rohprotein- und Calciumgehalt im Futter optimal auf den jeweiligen Nährstoffbedarf der Henne angepasst (LUGMAIR, 2005; HALLE, 2008). Dies begünstigt nicht nur eine an das Alter und die Leistung adaptierte Versorgung der Legehennen, sondern wirkt sich auch positiv auf die Stickstoff- und Phosphor-Belastungen der Umwelt aus. Zudem kann bei einer Phasenfütterung auf den unterschiedlichen Bedarf der Hennen für bestimmte Aminosäuren im Verlauf der Legeperiode eingegangen werden. Hier spielt insbesondere der Bedarf an Methionin und Lysin, beides essentielle Aminosäuren, eine Rolle, der mit einer höheren Lebend- und täglich produzierten Eimasse steigt (HALLE, 2008).

Im Mittel über den gesamten Untersuchungszeitraum benötigt nach DAMME et al. (2010) eine Lohmann Brown (LB, Braunleger) Henne 119,7 g und eine Lohmann Selected Leghorn (LSL, Weißleger) Henne 126,6 g Futter pro Tag, wobei zu Beginn der Studie die LB-Hennen mehr Futter aufnahmen als die LSL-

Hennen. Laut Angaben der LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) beträgt der Futterverbrauch pro Henne und Tag während der Legeperiode 105-115 g (LSL) bzw. 110-120 g (LB).

### **2.3. Leistungsparameter der Legehennen**

#### **2.3.1. Legeleistung**

Die Legeleistung wird als Anzahl der Eier pro Tag und Henne in Prozent angegeben und ab dem Zeitpunkt gewertet, an dem die Hennen an drei aufeinanderfolgenden Tagen eine Legeleistung von mindestens 50 % erreichen. Sie zählt zu den bedeutendsten Faktoren für die Wirtschaftlichkeit einer Herde (LICKTEIG, 2006). Durch gezielte Selektion wurde die Legeleistung enorm gesteigert, so dass die heutigen, eigens dafür gezüchteten Hybridlinien nahezu ein Ei pro Tag legen, während die Ursprungsform der domestizierten Haushühner, das Bankiva-Huhn, nur zwei bis vier Gelege mit je sechs bis zwölf Eiern pro Jahr produziert (GERSTBERGER und BARTH, 2005). Einer guten Legeleistung geht eine regelmäßige Ovulation voraus, auf deren hormonale Regulation eine Reihe endogener und exogener Faktoren Einfluss haben. So spielen Licht, Klima und Fütterung eine bedeutende Rolle (MEHNER und RAUCH, 1958; SCHOLTYSEK, 1974; GERSTBERGER und BARTH, 2005; THIELE, 2012). Durch künstliches Lichtregime und länger werdende Lichtphasen kann das Einsetzen einer Mauser und die damit verbundene Einstellung der Legetätigkeit verhindert werden. Die Länge des Lichttages hat nicht nur direkte Auswirkungen auf die neuronalen Mechanismen der Reproduktion, sondern auch indirekte Effekte, da es den Hennen durch einen langen Lichttag ermöglicht wird mehr bzw. länger Futter aufzunehmen. Die Ernährung im Sinne einer quantitativ und qualitativ ausreichenden Nährstoffversorgung ist ebenfalls von großer Bedeutung (MEHNER und RAUCH, 1958). Auch eine höhere Position in der Rangordnung wirkt sich positiv auf die Legeleistung aus, da sozial höher gestellte Hennen uneingeschränkten Zugang zum Futter und weniger Stress haben (ENGELMANN, 1984; GERSTBERGER und BARTH, 2005). In alternativen Haltungsformen werden oftmals niedrigere Legeleistungen erzielt als in Käfighaltung (SCHOLTYSEK, 1974; ELSON und CROXALL, 2006; SCHÜMANN, 2008). Nach MAMMEN (2010) könnte eine hohe Besatzdichte sowie eine zu starke Lichtintensität zu Stress führen und damit Schwankungen der Legeleistung verursachen. Durch Krankheiten oder einen Befall mit der

Roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) kann es zu einem Rückgang der Legeleistung von bis zu 10 % kommen (HILBRICH, 1978).

Als verhältnismäßig gering beschreibt SCHOLTYSSSEK (1974) den Einfluss durch die Herkunft der Hennen. Die LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) beziffert die Legeleistung in der Produktionsspitze bei den LSL-Hennen mit 94-96 % und bei den LB-Hennen mit 93-95 %. In einer Studie von LE BRIS (2005) liegt die mittlere Legeleistung in Volierenhaltung je Durchschnittshenne bei den LSL-Hennen bei 89,2 % bzw. in einer Haltung mit geringerer Besatzdichte bei 90,2 %, wohingegen die LB-Hennen durchschnittlich 86,7 % erreichten. Nach Angaben von DAMME et al. (2010) für Hennen in Bodenhaltung erreichten LSL-Hennen vom vierten bis einschließlich sechsten Legemonat stets eine Legeleistung über 95 %, während das Maximum der LB-Hennen im sechsten Monat nach Legebeginn bei rund 89 % lag.

Generell verläuft die Leistungskurve bei allen Legelinien ähnlich und nimmt mit zunehmendem Alter der Hennen weitgehend kontinuierlich ab (MEHNER und RAUCH, 1958; BAUMGART, 2005; LE BRIS 2005).

### 2.3.2. Eigewicht

Das Eigewicht ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Entscheidend ist das Alter und Körpergewicht der Hennen zu Legebeginn sowie das Lichtregime (POTTGUETER, 2011). Mithilfe einer restriktiven Fütterung lässt sich der Legebeginn verzögern, so dass die Hennen von Anfang an schwerere Eier legen (SCHOLTYSSSEK, 1974). Mit dem Alter der Hennen nimmt auch das Eigewicht zu (BAUMGART, 2005), zunächst sehr stark und ab der 40. Lebenswoche schwächer (LE BRIS, 2005). Nach LICKTEIG (2006) und FITZ (2007) besteht eine negative Korrelation zwischen der Legeleistung und dem Eigewicht. Durch eine mangelhafte Calciumversorgung kann es zu einer Abnahme des Eigewichts kommen (SCHULTE, 1982). Bei einer bedarfsdeckenden Methioninversorgung über das Futter werden größere Eier gelegt (GRASHORN, 2008). FISCHER (2009) verzeichnete in Kleingruppenhaltungssystemen ein um rund 2,0 g höheres Eigewicht verglichen mit alternativen Haltungsformen. Nach SCHOLTYSSSEK (1968) hat zudem die genetische Veranlagung maßgeblichen Einfluss. Zwergrassen oder Linien mit geringerem Körpergewicht legen in der Regel leichtere bzw. kleinere Eier als große Hennen (GRASHORN, 2008; PEITZ und PEITZ, 2009). Nach Angaben von LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) erreichen Hennen der Linie LSL in zwölf Legemonaten ein durchschnittliches Eigewicht zwischen 62,0 und 63,0 g und Hennen der Linie LB im Mittel zwischen

63,5 und 64,5 g. LICKTEIG (2006) nennt einen Mittelwert von 64,1 g (LSL) bzw. 65,9 g (LB) für die in Voliersystemen gehaltenen Hennen ihrer Studie. Dem ähneln sehr die Angaben von LE BRIS (2005), nach denen die Eier der LSL-Hennen im Mittel 64,2 g und die der LB-Hennen 65,9 g aufwiesen.

### **2.3.3. Wahl des Eiablageplatzes und Anteil verlegter Eier**

Zahlreiche innere sowie äußere Umstände, die oftmals nur schwierig zu erfassen sind, entscheiden, welchen Ort eine Henne zur Eiablage wählt. So spielen hormonale und neuronale Mechanismen eine Rolle. Diese sind jedoch zu Beginn der Legetätigkeit noch nicht vollständig ausgereift, so dass es in diesem Zeitraum häufig zu einem relativ hohen Anteil an Eiern, die außerhalb der Nester gelegt werden, kommt (BREDEN, 1986). Der Anteil dieser Bodeneier, auch verlegte Eier genannt, kann zum Legebeginn 30 bis über 50 % betragen (BESSEI, 1988; MAIR et al., 2002; BAUER und FÖLSCH, 2005), während für den Durchschnitt über die gesamte Legeperiode hinweg die in der Literatur genannten Werte meist zwischen rund 0,0 und 5,0 % schwanken (MAIR et al., 2002; FITZ, 2007; PLATZ et al., 2009; DAMME et al., 2011). Vereinzelt werden jedoch auch hier höhere Werte beschrieben, so bei SCHÜMANN (2008) rund 7,0 % in Freilandhaltung, bei KEPPLER (2008) bis zu 13,4 % in Bodenhaltung und auch die LB-Hennen von LEE (2012) in einem ausgestalteten Käfigsystem wiesen eine Verlegerate von über 14,0 % auf. Das Einsammeln der Bodeneier erhöht enorm den Arbeitsaufwand (ACHILLES, 2002).

Von besonderer Wichtigkeit für eine geringe Verlegerate ist eine frühzeitige Umstellung, damit die Junghennen genug Zeit haben, sich an den Legestall zu gewöhnen und die Nester zu erkunden (DAMME, 2008; THIELE, 2008). Eine schlechte Nestakzeptanz bewirkt einen hohen Anteil verlegter Eier (BESSEI 1988; SCHRADER, 2008; SCHÜMANN, 2008). Ob die angebotenen Nester benutzt werden, hängt von der Art der Aufzucht, dem Einstallalter der Hennen, der Erreichbarkeit sowie der Gestaltung der Nester ab (BREDEN, 1986; KEPPLER, 2008). Generell ähnelt das Nestverhalten moderner Hybridlinien noch sehr dem Verhalten der Stammform. So werden Orte bevorzugt, an denen sich die Hennen sicher fühlen, denn nur dann ist die Fortpflanzung und Erhaltung der eigenen Gene erfolgreich (BREDEN, 1986; BAUER und FÖLSCH, 2005; KRUSCHWITZ, 2008). Problematisch sind schlecht und unregelmäßig ausgeleuchtete Ställe, da die Hennen ihre Eier hier oft in dunklen Ecken und Winkeln ablegen, anstatt die Nester zu nutzen (ACHILLES, 2002). Früher wurden in solchen Fällen oft Stromdrähte am Boden dunkler Stallbereiche gespannt um

die Hennen dort vom Verlegen abzuhalten (LICKTEIG, 2006; THIELE und POTTGÜTER, 2008; LAY et al., 2011). Nach der TierSchNutzV (2006) dürfen Hennen jedoch „an keiner Stelle des Aufenthaltsbereichs direkter Stromeinwirkung ausgesetzt sein“, so dass diese Methode per Verordnung verboten ist. Sogenannte Einstreunester, die mit einem Substrat ausgelegt sind, das die Möglichkeit zum Scharren bietet, kommen dem natürlichen Nestverhalten der Hennen näher und wirken deutlich attraktiver (WOOD-GUSH und MURPHY, 1970; HOY et al., 2006; KEPPLER, 2008). Kunstrasen wird gegenüber Drahtgitterboden bevorzugt (MAIR et al., 2002).

Nach LICKTEIG (2006) haben Stress oder eine hohe Besatzdichte negative Auswirkungen auf die Verlegerate. Ist die Anzahl der Nester unzureichend auf die Anzahl der Tiere abgestimmt, so kommt es ebenfalls zu erhöhten Verlegeraten, da in den Morgenstunden, während der die meisten Hennen zur Eiablage bereit sind, alle Nester schon besetzt sind (BAUMGART, 2005). Nach FÖLSCH (1981) versuchen Hennen die Eiablage zu verzögern, bis sie Zugang zu dem von ihnen bevorzugten Nest haben. Wenig genutzte Nester können durch zielgerichtete Beleuchtung im Bereich des Nesteingangs attraktiver gestaltet werden (MAIR et al., 2002), wobei der Innenraum der Nester dunkel gehalten sein sollte, um gut von den Hennen angenommen zu werden (LUGMAIR et al., 2005; PETERMANN, 2006). Lange Hellphasen vermindern die Anzahl verlegter Eier im Gegensatz zu Kurztagen. Einen großen Einfluss hat auch die Herkunft der Hennen. So ist die Verlegerate bei der leichtgewichtigen Legelinie LSL mit 9,1 % gegenüber den mittelschweren Linien Lohmann Tradition (LT) oder LB mit 32,5 % deutlich niedriger, was sich eventuell mit einem genetisch unterschiedlich stark ausgeprägten Nestsuchverhalten erklären lässt (MAIR et al., 2002). Außerdem wäre es möglich, dass sich bestimmte Legelinien während der Hellphase allgemein lieber am Boden aufhalten und dadurch auch eher dort ihre Eier ablegen, anstatt dafür extra die meist erhöht gelegenen Nester aufzusuchen (KEPPLER, 2008). Gänzlich lässt sich das Auftreten verlegter Eier selbst mit einem optimalen Nestangebot nicht verhindern (RAUCH und MATTHES, 2004). Viele Hennen bleiben bei ihrer ersten Nestwahl und legen fortan konstant an den Ort, den sie einmal gewählt haben (ENGELMANN, 1984; MAIR et al., 2002; KEPPLER, 2008). Diese Nestwahlbeständigkeit hat in der Natur den Zweck das Gelege zu vervollständigen (KRUSCHWITZ, 2008). Dementsprechend stellten COOPER und APPLEBY (1996) fest, dass immer dieselben Hennen der Herde ihre Eier verlegten. Ebenso beobachteten

RIETVELD-PIEPERS et al. (1985) eine große Kontinuität darin, ob eine bestimmte Henne zur Eiablage ein Nest wählte oder außerhalb verlegte.

### **2.3.4. Schmutzeier**

Das Auftreten von Schmutzeiern korreliert mit dem Anteil verlegter Eier, da hauptsächlich Bodeneier verschmutzt werden (BAUMGART, 2005; LICKTEIG, 2006; KEPPLER, 2008). Besonders in alternativen Haltungssystemen kommt es zu einer großen Zahl an Schmutzeiern (DAMME, 2008). Auch TACTACAN et al. (2009) verzeichneten in ausgestalteten Käfigen deutlich mehr Schmutzeier als in konventioneller Haltung. Laut FISCHER (2009) ergab sich in Kleingruppenhaltung ein höherer Anteil als in Bodenhaltung (3,3 % bzw. 2,1 %).

Darüber hinaus ist jedoch auch die Sauberkeit der Legenester von großer Bedeutung. Besonders positiv wirken sich hierauf ein pflegeleichtes Oberflächenmaterial wie z. B. Kunstrasen und die eingeschränkte Zugänglichkeit der Nester an, so dass diese nicht als Schlafplatz genutzt und dabei verkotet werden können (BREDEN, 1986). In Einstreunestern findet sich eine hohe Anzahl an durch Kot verschmutzten Eiern (KEPPLER, 2008). Abrollnester fördern die Sauberkeit der Eier, indem sie es ermöglichen, dass die Eier direkt nach dem Legen aus dem Nest rollen und so nicht mehr in Kontakt mit den Hennen oder mit Kot kommen (MAIR et al., 2002). Nicht zuletzt kann sich die Fütterung auf den Schmutzeianteil auswirken, da ökologisch erzeugte Futtermittel evtl. feuchteren Kot bedingen (KEPPLER, 2008).

Die in der Literatur angegebenen Werte variieren zwischen unter einem bis zu 11,0 % (WEIGL, 2007; KEPPLER, 2008; SCHÜMANN, 2008; LEE, 2012). FISCHER (2009) verzeichnete bei LSL-Hennen einen höheren Schmutzeianteil als bei LB-Hennen und führt dies auf die weiße Eischale der LSL-Hennen zurück, auf der im Gegensatz zu braunschaligen Eiern schon geringfügige Verunreinigungen auffallen. Bei LEE (2012) stellte sich dieser Sachverhalt umgekehrt dar.

### **2.3.5. Knick- und Brucheier**

Während Knickeier zwar einen Defekt in der Kalkschale aufweisen, die darunterliegende Membran jedoch noch intakt ist, sind bei Brucheiern sowohl die Schale als auch die Schalenhaut defekt, so dass es hierbei zum Austritt von Eiinhalt kommt (LICKTEIG, 2006). Generell begünstigt eine geringe Schalendichte das Auftreten von Knick- und Brucheiern (VITS et al., 2006; GRASHORN, 2008). Aus diesem Grund kommt es vor allem gegen Ende der



Legeperiode zu einem erhöhten Anteil an Knick- und Brucheiern (FLOCK et al., 2008; FISCHER, 2009). Ist die Verlegerate hoch, so steigt meist auch der Anteil an Knick- oder Brucheiern, da die Eier auf Gitterboden leichter brechen (LEE, 2012) oder die Hennen ihre Eier versehentlich beschädigen (MAIR et al., 2002). FISCHER (2009) verzeichnete bei den LB-Hennen einen höheren Knickeianteil und vermutete, dass die Weißleger die Orte zur Eiablage sorgfältiger auswählten und die Eier somit oft geschützter lagen. Der Autorin zufolge werden den Hennen zugängliche Eier oft bepickt. MAIR et al. (2002) und BAUMGART (2005) geben zu bedenken, dass kaputte Eier oft komplett von den Hennen aufgefressen werden, so dass diese nicht mehr aufgefunden und folglich fehlerhaft niedrige Werte notiert werden. LEE (2012) beobachtete Eierfressen bei einigen Hennen der Linie LB. Hier kann der Einsatz von Abrollnestern helfen, die die Eier ableiten, so dass sie für die Hennen nicht mehr direkt erreichbar sind (MAIR et al., 2002). Sowohl der Neigungswinkel als auch das Material des Nestbodens haben Einfluss auf die Abrollgeschwindigkeit der Eier und damit auch auf den Anteil der Knick- und Bruch Eier (BREDEN, 1986; FISCHER, 2009 und STÄMPFLI et al., 2011). Auch KEPPLER (2008) warnt vor einer Beschädigung der Eier durch das Abrollen.

LEE (2012) gibt den Anteil an Knick- und Brucheiern für Hennen in ausgestalteten Käfigen mit 1,2 (LSL) bzw. 2,4 % (LB) an. FISCHER (2009) erfasste in Kleingruppenhaltung einen Knickeianteil von 9 % gegenüber 1 % in Bodenhaltung. In der Studie von SCHÜMANN (2008) belief sich der Anteil auf 3-4 % der Eier. FITZ (2007) nennt Werte von 0,2-0,3 % für den Knick- und Brucheianteil, bei WEIGL (2007) schwanken die Angaben zwischen 0,1-1,7 %.

### **2.3.6. Windeier**

Windeier sind Eier mit weicher oder gänzlich fehlender Kalkschale (PEITZ und PEITZ, 2009). MEHNER und RAUCH (1958) nennen sowohl Funktionsstörungen des Eileiters als auch Fütterungsparameter als Ursache dafür. Kann eine Legehenne z. B. über längere Zeit hinweg ihren hohen Calciumbedarf nicht über die Nahrung decken, kommt es zur Ablage von schalenlosen Eiern (GERSTBERGER und BARTH, 2005). Auch das Vorliegen einer Krankheit kann zu einem gesteigerten Auftreten von Windeiern beitragen. Dabei handelt es sich meist um virale Erkrankungen wie z. B. Infektiöse Bronchitis, Aviäre Influenza oder das Egg-drop-Syndrom (GRASHORN, 2008). Laut LE BRIS (2005) beläuft sich der Anteil der Windeier bei Hennen der Linie LSL im Mittel auf 0,0 % während vergleichbar gehaltene Hennen der Linie LB 0,1 % aufweisen. LEE

(2012) beschreibt einen Windeanteil von 0,2 % für die LSL- und 0,1 % für die LB-Hennen in einem ausgestalteten Käfigsystem, bei FITZ (2007) sind es stets unter 0,1 % in Volierenhaltung.

Nach VO (EG) 557/2007 gehören Windeier ebenso wie Knick-, Bruch- und Schmutzeier der Güteklasse B an und dürfen daher nicht direkt an den Endverbraucher vermarktet, sondern ausschließlich zur Verarbeitung an die Nahrungsmittelindustrie geliefert werden.

### **2.3.7. Bruchfestigkeit der Eier und Eischalendicke**

Die Schalenqualität hat eine zentrale Bedeutung für das Ei als Handelsprodukt, so dass bei der Zucht mit am meisten darauf Augenmerk gelegt wird (CORDTS et al. 2002), wobei sie zugleich als leistungsbegrenzender Aspekt in der Zukunft gilt (POTTGUETER, 2011). Ein bedeutendes Merkmal für die Eischalenstabilität ist die Bruchfestigkeit (SCHOLTYSEK, 1968), die unter anderem von Form, Struktur und Dicke der Eischale abhängt (LE BRIS, 2005; FITZ, 2007). Sowohl die Eischalendicke als auch die Bruchfestigkeit werden durch die Futterzusammensetzung beeinflusst (WEIGL, 2007). SCHULTE (1982) setzt die Schalenstabilität mit der Phosphor-Versorgung in Zusammenhang, da niedrige Phosphor-Gehalte im Futter zu einer herabgesetzten Legeleistung führen und damit der Calciumstoffwechsel weniger stark belastet ist. Eine Calcium-Unterversorgung wirkt sich negativ auf die Eischalenstabilität aus (SCHULTE, 1982; BAZER, 2005), ebenso ein Mangel an Spurenelementen, wie z. B. Mangan (HALLE, 2008). Im Laufe der Legeperiode geht die Bruchfestigkeit zurück (SCHULTE, 1982; LEYENDECKER et al., 2002; BAUMGART, 2005; LICKTEIG, 2006) und die Schalendicke nimmt ab (CORDTS et al., 2002; LE BRIS, 2005; LICKTEIG, 2006), was eine Folge der zunehmenden Eigewichte bei gleicher Schalenmasse und abnehmender Fähigkeit zur Calciumabsorption älterer Hennen ist (CORDTS et al., 2002; BAZER, 2005; GRASHORN, 2008). Durch Zufütterung von Calcium kann sich die Eischalenqualität wieder bessern (CORDTS et al., 2002; LICKTEIG, 2006; THIELE, 2012). Dies kann z. B. in Form von grobem Futterkalk oder Austernschalen geschehen und sollte bei der letzten Fütterung bzw. möglichst spät am Tag erfolgen, damit während der Schalenbildung, die vorwiegend nachts vonstatten geht, die notwendigen Inhaltsstoffe zur Verfügung stehen (BOSCH, 2010; POTTGUETER, 2011). Nach BOSCH (2010) liefert eine Zufütterung von 1,5-2,0 g Austernschalen pro Tier und Tag gute Resultate und zeigt nach wenigen Wochen auch bei älteren Hennen eine verbesserte Futtermittelverwertung sowie eine gesteigerte Legeleistung und

dickere Eischalen. Darüber hinaus hängt die Schalenqualität auch von exogenen Faktoren ab und sinkt z. B. bei erhöhten Temperaturen oder ungünstiger Luftfeuchtigkeit (SCHULTE, 1982; CORDTS et al., 2002). Krankheiten führen ebenfalls zu einer herabgesetzten Schalenstabilität und auch die genetische Herkunft der Hennen hat einen Einfluss darauf (GRASHORN, 2008).

Laut LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) übersteigt die Schalenbruchfestigkeit sowohl bei LSL- als auch bei LB-Hennen 40 N. Während DAMME et al. (2010) Werte dieser Größenordnung bestätigen (LSL-Hennen in der 42. bzw. 68. Lebenswoche mit 47,0 bzw. 37,5 N, LB-Hennen mit 48,6 bzw. 41,5 N), beschreibt LEE (2012) mittlere Werte von 23,2 (LSL) bzw. 25,2 N (LB). Ergebnisse von LE BRIS (2005) und LICKTEIG (2006) liegen dazwischen, wobei auch hier die Eier der LB-Hennen stets eine höhere Bruchfestigkeit und Schalendicke aufweisen als die der LSL-Hennen. In diesen beiden Studien wird die mittlere Schalendicke mit 0,4 mm sowohl für LSL- als auch für LB-Hennen angegeben.

## **2.4. Gesundheitliche Parameter bei Legehennen**

### **2.4.1. Äußere körperliche Verfassung**

#### **2.4.1.1. Gefiederzustand**

Das Gefieder hat hauptsächlich eine Schutzfunktion vor thermischen Einflüssen wie Kälte, Nässe oder Sonne sowie vor mechanischen Einwirkungen, die zur Beschädigung der Haut führen könnten (BESSEI, 1988). Kahlstellen können durch Körper- oder Federpicken verursacht werden (SEWERIN, 2002; BAZER, 2005; MARTIN, 2005). Auch Staubbaden außerhalb des Einstreubereichs, z. B. auf dem Käfigboden, fördert die Entstehung von Gefiederschäden (DUNCAN, 1998; WEIGL, 2007), wobei in erster Linie Kahlstellen am Bauch und an der Brust vorzufinden sind (SEWERIN, 2002). Eine schlechte Befiederung im Bereich des Halses und der Brust kommt bei Hennen in Käfighaltung zustande, indem die Hennen wiederholt den Kopf zwischen den Gitterstäben hindurchstrecken müssen, um an das Futter zu gelangen (BURCKHARDT et al. 1979; WEIGL, 2007; FISCHER, 2009). Zu einem Federausfall können außerdem Ektoparasiten wie z. B. Milben führen (FISCHER, 2009). Ein hoher Östrogengehalt im Blut, der im Zusammenhang mit einer hohen Legeleistung auftritt, scheint die Neubildung von Federn zu hemmen, so dass der Gefiederwechsel behindert ist. In der Regel

führt eine Mauser zur Einstellung oder mindestens Verminderung der Legeleistung (BESSEI, 1988).

Es gibt unzählige Literaturverweise, nach denen im Verlauf der Legeperiode eine Verschlechterung des Gefiederzustands eintrat (BURCKHARDT et al., 1979; RAUCH und MATTHES, 2004; WEIGL, 2007). Dies betraf je nach Studie alle beurteilten Körperareale (LICKTEIG, 2006; WEITZENBÜRGER et al., 2006b), alle Hennen (LE BRIS, 2005), alle Legelinien (KJAER, 2000), alle Haltungsformen (SEWERIN, 2002) oder alle an der Studie beteiligten Gruppen (BAUMGART, 2005; SCHÜMANN, 2008; TELLE, 2011).

Der Gefiederzustand steht in engem Zusammenhang mit dem Haltungssystem (BURCKHARDT et al., 1979). Volierenhaltung resultiert in einer deutlich besseren Gefiederqualität als die Haltung in Kleingruppensystemen (SEWERIN, 2002; WEIGL, 2007; SCHOLZ et al., 2008a; TELLE, 2011). Die hohe Besatzdichte aus Intensivhaltungen wirkt sich negativ auf den Gefiederzustand aus. Dies wird besonders deutlich, wenn die Hennen in einem anderen Haltungssystem aufgezogen wurden als sie später leben. In diesem Fall ist die spätere Umgebung dann so fremd, dass es vermehrt zu mechanischen Gefiederbeschädigungen kommt (BURCKHARDT et al., 1979). Auch die Ergebnisse von LE BRIS (2005) belegen, dass die Hennen mit der geringsten Besatzdichte wesentlich besser befiedert waren.

In der Literatur sind unterschiedliche Angaben darüber zu finden, welche Legelinie im Allgemeinen einen besonders guten Gefiederzustand aufweist. Nach manchen Studien war das Gefieder der LSL-Hennen besser als das der LB-Hennen (LE BRIS, 2005; WEITZENBÜRGER et al., 2006b), andere Studien belegen das Gegenteil (LEE, 2012). FISCHER (2009) bringt die ausgeprägteren Gefiederschäden bei den LSL-Hennen ihrer Studie in Zusammenhang mit der höheren Aktivität, die diese Legelinie zeigt und wodurch es verstärkt zu einer mechanischen Abnutzung der Federn im engen Haltungssystem kommt.

### **2.4.1.2. Verletzungen**

Die Haut ist bei Hühnern relativ dünn ausgebildet (BESSEI, 1988). Ein intaktes, vollständiges Gefieder schützt die Haut vor Verletzungen (URSELMANS und DAMME, 2012). Schwierig ist die Differenzierung in Verletzungen, die mechanisch an Einrichtungsgegenständen im jeweiligen Haltungssystem entstanden sind und Verletzungen, die sich die Hennen gegenseitig zugefügt haben. Während mechanisch verursachte Wunden meist klein und oft länglich sind, stellen sich kannibalismusverursachte Verletzungen eher kreisrund dar. In

Bodenhaltungssystemen kommt es im Vergleich zu Kleingruppenhaltungssystemen vermehrt zu mechanisch bedingten Hautverletzungen. Allgemein ist der Großteil der Verletzungen jedoch auf Pickattacken anderer Hennen zurückzuführen (FISCHER, 2009).

Der Zustand der Haut und das Auftreten von Verletzungen zeigen am besten die Dimensionen von Federpicken (KEPPLER, 2008). Der durchschnittliche Anteil verletzter Hennen liegt nach RAUCH und MATTHES (2004) bei 4,2 %, wobei es in Gruppen mit starkem Kannibalismus zu Verletzungen bei knapp der Hälfte der Hennen kam. Dem ähneln die Ergebnisse von KNIERIM et al. (2007), bei denen zwischen 0-33 %, im Mittel jedoch 2 % aller Hennen verletzt waren. Verletzungen durch Kannibalismus treten vor allem im Bereich der Kloake und des Bürzelansatzes auf (MARTIN, 2005; KEPPLER, 2008; FISCHER, 2009; PEITZ und PEITZ, 2009), zusätzlich ist jedoch häufig auch der Rücken betroffen (SCHÜMANN, 2008; TELLE, 2011).

Nach TELLE (2011) kommt es mit fortschreitender Legeperiode zu mehr Verletzungen und auch KJAER (2000) stellte während der Legeperiode eine rasche Verschlechterung des Hautzustands bei allen Herkünften fest. SCHÜMANN (2008) verzeichnete erst nach der Hälfte der Legeperiode Verletzungen.

Verletzungen am Kamm gehen häufig auf soziale Auseinandersetzungen wie z. B. Rangordnungskämpfe unter den Hennen zurück (RAUCH und MATTHES, 2004; FISCHER, 2009). LEE (2012) stellte bei LSL-Hennen deutlich häufiger Verletzungen am Kamm fest als bei LB-Hennen. BAZER (2005) erfasste bei Hennen in Freilandhaltung überhaupt keine Kammverletzungen, während bei TELLE (2011) schon zu Beginn der Studie fast alle Tiere Wunden am Kamm aufwiesen. In allen drei genannten Studien (BAZER, 2005; TELLE, 2011; LEE, 2012) war bei den Hennen keine Schnabelbehandlung vorgenommen worden, d. h. die Schnäbel waren ungestutzt gewesen. Bei RAUCH und MATTHES (2004) zeigten ebenfalls nahezu alle untersuchten Hennen Pickverletzungen am Kamm, wobei sich die Inzidenz mit zunehmendem Alter der Hennen leicht verringerte und pro Kamm deutlich weniger Verletzungen auftraten, wenn die Schnäbel der Hennen gestutzt waren.

### **2.4.1.3. Fußgesundheit**

An den Ständern können sowohl Läsionen des Epithels mit nachfolgenden Entzündungen, als auch Hyperkeratosen auftreten. Bei Letzterem handelt es sich um eine verstärkte Hornbildung durch Wucherung der Keratinozyten, so dass

die Hornschicht (*Stratum corneum*) in ihrer Dicke zunimmt (WEISS und TEIFKE, 1999). Dies entspricht zunächst einer natürlichen Reaktion der Haut auf mechanische Belastungen (SEWERIN, 2002). Der in Käfig- oder Kleingruppenhaltungssystemen übliche Aufenthalt auf Drahtgitterboden und Sitzstangen verursacht jedoch unphysiologische Druckverhältnisse, die zu Fußballenveränderungen pathologischer Art führen (RAUCH und MATTHES, 2004; WEITZENBÜRGER et al., 2005b). Vorteilhaft wären im Hinblick auf die Fußgesundheit Sitzstangen mit ovaler Form (PICKEL et al., 2011). Eine ungünstige Form der Sitzstangen führt zu einer hohen punktuellen Druckbelastung. Von großer Bedeutung ist zudem die Oberflächenbeschaffenheit der Sitzstangen, da ein feuchtes Mikroklima die Ansiedelung von Keimen begünstigt. In der Kombination fördern diese beiden Faktoren die Entstehung von Hyperkeratosen, Epithelläsionen und Entzündungen, welche schließlich zu Sohlenballengeschwüren führen können. Solche Veränderungen sind in allen Haltungssystemen nachzuweisen (RÖNCHEN et al., 2008). WANG et al. (1998) bestätigen, dass Feuchtigkeit das Eindringen von Mikroorganismen in bereits vorhandene kleine Wunden erleichtert, beziehen dies jedoch eher auf einen durch Kot und Wasser verschmutzten, feuchten Boden und nennen Holzverkleidungen- oder späne sowie kleine Steine als Ursache für Verletzungen der Fußballen.

Der Ballenzustand verschlechtert sich im Laufe der Zeit zunehmend, wobei die Beurteilung der Hennen aus Volieren- gegenüber Käfighaltung stets schlechter ausfällt. Während geringgradige Veränderungen in Volierenhaltung v. a. an den Fußballen auftreten, sind davon in den Käfigsystemen hauptsächlich die Zehenballen betroffen (SEWERIN, 2002). Entsprechend berichtet auch FISCHER (2009) von mittelgradigen Hyperkeratosen und Läsionen, die in Bodenhaltung meist an den Sohlenballen und in Kleingruppenhaltung eher an den Zehenballen lokalisiert sind.

Nicht nur die Haltungsart, sondern auch die konkrete Ausstattung verschiedener Systeme in ein und derselben Haltungsform hat einen sehr unterschiedlichen Effekt auf die Fußballengesundheit. Das häufigste Krankheitsbild stellt bei über der Hälfte der Hennen die geringgradige Hyperkeratose dar. Dem folgen mit ca. 21,0 % der Tiere mittelgradig ausgeprägte Hyperkeratosen bzw. oberflächliche Epithelläsionen. Bei den Hennen der Legelinie LSL treten mehr Epithelläsionen auf, wohingegen die Hennen der Linie LB häufiger und stärker ausgeprägte Hyperkeratosen aufweisen (WEITZENBÜRGER et al., 2005b). Auch FISCHER (2009) stellte bei LB-, verglichen mit LSL- Hennen, deutlich mehr Hyperkeratosen

fest. Dementsprechend beschrieb LEE (2012) bei 2,7 % bzw. 1,8 % der LSL-Hennen mindestens mittelgradig hyperkeratotische Sohlen- bzw. Zehenballen, wohin gegen bei den LB-Hennen 12,7 % (Sohlenballen) bzw. 16,4 % (Zehenballen) betroffen waren. Bei beiden Legelinien waren die Sohlenballen bezüglich Epithelläsionen stärker betroffen als die Zehenballen.

### **2.4.1.4. Brustbein**

Das Brustbein ist aufgrund seiner Struktur und der anatomischen Ausrichtung sehr verletzlich (PICKEL et al., 2011). TELLE (2011) stellte bei Hennen in Volierenhaltung mehr Brustbeinveränderungen fest als bei Hennen in Kleingruppenhaltung und vermutete eine Ursache dafür auch im erhöhten Unfallrisiko beim Anfliegen schwer erreichbarer oder weit entfernter Sitzstangen. Diesen Verdacht äußerte auch BAUMGART (2005) und nannte weiterhin Mängel bei der Calcium- und Phosphorversorgung als Grund für eine erhöhte Frakturgefahr. Nach LICKTEIG (2006), die ebenfalls einen Zusammenhang zum Calciumstoffwechsel herstellte, verhalten sich die Legeleistung und das Auftreten von Brustbeinverkrümmungen proportional zueinander. Laut SCHOLZ et al. (2008b) lässt sich bei hochgradig veränderten Brustbeinen histologisch meist ein Kallus, d. h. eine Knochenneubildung nach einer Fraktur nachweisen, welche auf eine akute, traumatische Ursache zurückgeht und vermutlich mit Schmerzen verbunden ist. Dagegen scheint es sich bei weniger stark ausgeprägten, s-förmigen Deformationen eher um eine Anpassung des Knochens auf fortwährende und gleichartige mechanische Belastungen während des Aufenthalts auf einer Sitzstange zu handeln. VITS et al. (2005a) führt das erhöhte Vorkommen von Brustbeindeformationen in ausgestalteten Käfigen gegenüber alternativen Haltungsformen ebenfalls auf die starke Sitzstangennutzung zurück. TELLE (2011) vermutet, dass nicht die eigentlichen Sitzstangen, sondern sitzstangenähnliche Einrichtungen im Haltungssystem, auf denen sich die Hennen niederlassen, zu diesen Verformungen führen, da in ihrer Studie die Hennen aus den Volieren trotz geringster Sitzstangennutzung den schlechtesten Brustbeinstatus aufwiesen. PICKEL et al. (2011) untersuchten den Einfluss verschiedener Sitzstangentypen auf den Brustbeinstatus, wobei sich herausstellte, dass die Druckbelastungen, die auf das Brustbein einwirken umso geringer sind, je größer die Kontaktfläche zur Sitzstange ist. Dadurch sind viereckige Sitzstangen am besten geeignet. Am ungünstigsten sind runde Sitzstangen aus Stahl, bei denen das Brustbein nur an einer kleinen Fläche

aufliegt und so hohe punktuelle Kräfte wirken. Diese Sitzstangen sind in den gegenwärtigen Haltungssystemen jedoch weit verbreitet.

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode nimmt das Auftreten von Brustbeinverkrümmungen zu, so dass insgesamt nahezu ein Drittel aller untersuchten Tiere Veränderungen diesbezüglich aufweisen. Der überwiegende Anteil der beobachteten Deformationen war dabei als geringgradig zu bezeichnen. Insgesamt zeigten mehr LB-Hennen ein deformiertes Brustbein, jedoch wiesen die LSL-Hennen die schwerwiegenderen Verformungen auf. Ein höheres Körpergewicht bedingt einen höheren Anteil an deformierten Brustbeinen (WEITZENBÜRGER et al., 2006b). Den Einfluss der Legelinien, bedingt durch das unterschiedliche Körpergewicht, bestätigen auch PICKEL et al. (2011) und LICKTEIG (2006) wies bei Hennen der Linie LB im Vergleich zur Linie LSL ebenfalls mehr Brustbeinverformungen nach. LEE (2012) stellte im Laufe der Zeit eine Verschlechterung des Brustbeinstatus fest, so dass im letzten Untersuchungszeitraum knapp die Hälfte der LSL-Hennen und 75,0 % der LB-Hennen hochgradige Deformationen und jeweils nur noch 5,0 % der Hennen Brustbeine in physiologischem Zustand aufwiesen. Der Brustbeinstatus scheint außerdem mit der Knochenbruchfestigkeit zu korrelieren (WEITZENBÜRGER et al., 2006b).

### **2.4.1.5. Körpergewicht**

Wachstum und Zunahme des Körpergewichts sind etwa in der 32. Lebenswoche abgeschlossen (HALLE, 2008). Sowohl die Legelinie als auch die Aufzuchtbedingungen beeinflussen die Entwicklung des Gewichts. So zeigten LSL-Hennen, die in Käfighaltung aufgezogen worden waren, später ein geringeres Gewicht im Vergleich zu Hennen aus Bodenaufzucht (WEITZENBÜRGER et al., 2006b). Auch nach MAMMEN (2010) hat die Haltungsform Auswirkungen auf das Gewicht, da es ein unterschiedliches Ausmaß an Bewegungsfreiheit mit sich bringt. So wiegen Hennen in Käfighaltung generell mehr als vergleichbare Tiere in alternativen Haltungssystemen (ELSON und CROXALL, 2006). Laut FISCHER (2009) steht sowohl bei LSL- als auch tendenziell bei LB-Hennen eine gute Befiederung mit einem höheren Körpergewicht in Zusammenhang. Gefieder dient der Isolation gegen Kälte, so dass bei Hennen mit Kahlstellen ein erhöhter energetischer Grundumsatz vorliegt (LÜHMANN, 1983; DAMME, 1993; URSELMANS und DAMME, 2012).

Nach LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) wiegt eine Henne im Alter von 20 Wochen ca. 1,4 kg (LSL) bzw. 1,7 kg (LB) und am Ende der Legeperiode rund



1,8 (LSL) bzw. 2,0 kg (LB). DAMME et al. (2010) geben an, dass eine LSL-Henne in der 18. Lebenswoche durchschnittlich 1,2 kg und in der 72. Lebenswoche 1,7 kg wiegt. Eine LB-Henne im selben Alter wiegt 1,5 bzw. 2,0 kg.

### **2.4.1.6. Krallen**

Mit dem Alter der Hennen nimmt auch die Krallenlänge zu. Unterschiedliche Haltungssysteme und unterschiedliche Abriebvorrichtungen bedingen eine unterschiedlich starke Krallenabnutzung, wobei LB-Hennen deutlich kürzere Krallen aufweisen als LSL-Hennen (WEITZENBÜRGER et al., 2006b). Auch VITS et al. (2005b) beschrieb bei LB-Hennen verglichen mit LSL-Hennen kürzere Krallen. Nach PETERMANN (2006) haben braune Hennen weichere Krallen, die sich schneller abnutzen. Dagegen stellte FISCHER (2009) bei LB-Hennen längere Krallen als bei den LSL-Tieren fest und führte dies auf die unterschiedliche Aktivität der verschiedenen Legelinien zurück. Sie entdeckte auch, dass das Auftreten pathologischer Fußveränderungen negativ mit der Krallenlänge der Hennen korrelierte, wobei Hennen mit kürzeren Krallen mehr und Hennen mit längeren Krallen weniger Verhornungen oder Epithelläsionen aufwiesen. Dies könnte möglicherweise darauf zurückzuführen sein, dass die Hennen mit verletzten Füßen die Krallenabriebvorrichtungen weniger nutzten.

## **2.4.2. Physiologische Blutparameter**

### **2.4.2.1. Hämatokrit**

Der Hämatokrit beschreibt den prozentualen Anteil der zellulären Blutbestandteile am Gesamtblutvolumen und sinkt bei Blutverlusten, Produktionsstörungen oder einem krankheitsbedingten Zerfall der Blutkörperchen, während er bei Flüssigkeitsverlusten, z. B. in Folge einer Durstphase steigt (LOEFFLER, 2002). Bei Hennen ist der Hämatokrit darüber hinaus abhängig von der Herkunft, dem Alter und dem Ovulationszeitpunkt bzw. Östrogenspiegel (BURCKHARDT und FÖLSCH, 1977). Ausgeprägte Anämien bis hin zu Todesfällen kann die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*), ein Ektoparasit, verursachen, der sich vom Blut der Hennen ernährt (LIEBISCH und LIEBISCH, 2003). So führt BAUMGART (2005) das deutliche Absinken des Hämatokrits gegen Ende der Legeperiode auf einen Befall des Bestands mit der Roten Vogelmilbe zurück, wohingegen WEIGL (2007) und MAMMEN (2010) feststellten, dass es den Hennen trotz dieser Umstände möglich ist, den Hämatokrit auf demselben Niveau zu halten. Der Blutverlust kann teilweise durch

eine gesteigerte Aufnahme von Wasser und Futter kompensiert werden (LIEBISCH und LIEBISCH, 2003). Nach GYLSTORFF und GRIMM (1998) liegt der Hämatokrit von Vögeln zwischen 31-55 %. GASSMANN und LUTZ (2005) nennen als Referenzwert für Hühner 32 %. Die in der Literatur explizit für Legehennen angegebenen Werte bezüglich des Hämatokrits variieren meist zwischen 20,0-23,0 % (BAUMGART, 2005; BAZER, 2005; FITZ, 2007; SCHÜMANN, 2008), während WEIGL (2007) geringgradig höhere Werte von 25,0-26,0 % angibt. MAMMEN (2010) definiert Werte von 24-43 % als physiologisch. Konkret für LSL-Hennen wird ein durchschnittlicher Hämatokrit von ca. 28 % genannt (LE BRIS, 2005; LEE, 2012), der Wert von unter gleichen Bedingungen gehaltenen LB-Hennen lag nach LE BRIS (2005) knapp über dem der LSL-Hennen und bei LEE (2012) knapp darunter.

### 2.4.2.2. Hämoglobin

Beim Hämoglobin handelt es sich um den Blutfarbstoff in den Erythrozyten, dessen zentrales Eisenatom Sauerstoff reversibel bindet und somit eine wichtige Rolle beim Sauerstofftransport im Körper spielt (LOEFFLER, 2002). SEWERIN (2002) äußert die Vermutung, dass Hämatokrit und Hämoglobin derart großen Schwankungen unterliegen, dass sie nur eingeschränkt als Gesundheitsindikator genutzt werden können und stützt sich dabei auf die zahlreichen Untersuchungen des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Ludwig-Maximilians-Universität München. Schon GYLSTORFF (1983) beschrieb starke Schwankungen im Hämoglobingehalt, die teilweise auch auf verschiedene Messmethoden oder jahreszeitliche Einflüsse zurückgehen. Ein Befall des Bestands mit der blutsaugenden Roten Vogelmilbe führt auch zu einem Rückgang des Hämoglobingehalts. Hennen in Freilandhaltung haben die Möglichkeit, durch das Aufpicken von Erde mehr Eisen zu sich zu nehmen, was sich positiv auf die Hämoglobinproduktion auswirken kann (BAZER, 2005).

Die Angaben aus der Literatur schwanken zwischen 5,3 und 7,3 mmol/l (s. Tab. 1).

**Tab. 1: Vergleich verschiedener Literaturangaben bezüglich des Hämoglobingehalts bei Legehennen**

| Autor          | Angegebene Einheit | SI-Einheit     | Legelinie, Haltungssystem |
|----------------|--------------------|----------------|---------------------------|
| PILASKI, 1972  | 8,6-11,7 g/100 ml  | 5,3-7,3 mmol/l | Keine Angabe              |
| BAUMGART, 2005 | 11,2-11,7 g/dl     | 7,0-7,3 mmol/l | Tetra-SL, Voliere         |

## 2. Literaturübersicht

|                          |                     |                     |  |
|--------------------------|---------------------|---------------------|--|
| BAZER, 2005              | 9,6-9,9 g/dl        | 6,0-6,2 mmol/l      | Tetra-SL, Freiland                                 |
| GRASSMANN und LUTZ, 2005 | 112 g/l             | 6,22 mmol/l         | Keine Angabe                                       |
| LE BRIS, 2005            | 9,8 bzw. 10,9 g/dl  | 6,1 bzw. 6,8 mmol/l | LSL bzw. LB, Voliere                               |
| FITZ, 2007               | 9,6-9,8 g/dl        | 6,0-6,1 mmol/l      | ISA Brown, Voliere                                 |
| WEIGL, 2007              | 10,8-11,1 g/dl      | 6,7-6,9 mmol/l      | LS, Groß- (Voliere) und Kleinvoliere (Kleingruppe) |
| SCHÜMANN, 2008           | 10,1-10,2 g/dl      | 6,3-6,3 mmol/l      | ISA Brown, Freiland                                |
| LEE, 2012                | 5,9 bzw. 5,6 mmol/l | 5,9 bzw. 5,6 mmol/l | LSL bzw. LB, ausgestaltetes Käfigsystem            |

In den meisten Fällen zeigten die Ergebnisse keine eindeutige Tendenz im zeitlichen Verlauf der Legeperiode. In der Studie von LE BRIS (2005) zeigte sich jedoch zum Produktionsende hin eine leichte Zunahme des Hämoglobingehalts, während FITZ (2007) und LEE (2012) eine tendenzielle Abnahme verzeichneten. BAUMGART (2005) weist darauf hin, dass möglicherweise ein Zusammenhang zur Besatzdichte besteht.

### 2.4.2.3. Calcium und Phosphor

Die Regulation der Calcium- und Phosphatkonzentration im Blutplasma verläuft weitgehend parallel. Bei einem erhöhten Calciumspiegel wird das Schilddrüsenhormon Calcitonin sezerniert, welches zu einer verstärkten Einlagerung von Calciumphosphat in das Skelett führt. Gleichzeitig wird die Bildung von Calcitriol aus Vitamin D<sub>3</sub> vermindert und dadurch weniger Calcium aus dem Darm resorbiert. Umgekehrt wird bei einem erhöhten Calciumbedarf aufgrund eines niedrigen Calciumgehalts im Blut das Futtercalcium besser verwertet, indem es verstärkt aus dem Darm aufgenommen wird. Das in der Nebenschilddrüse gebildete Parathormon wird zusätzlich ausgeschüttet, um Calcium und Phosphat aus den Knochen zu mobilisieren (PFEFFER, 2005).

Der Calciumgehalt im Blut variiert je nachdem, in welchem Stadium sich die Eischalenbildung befindet, so dass der Zeitpunkt der Blutabnahme eine Rolle spielt (SCHOLTYSEK, 1968; BAUMGART, 2005). Dabei ermittelten KÖLLING et al. (1992a) maximale Calciumspiegel mit 4,2 mmol/l sechs bis neun Stunden nach der Eiablage und minimale Werte von 3,3 mmol/l 21 bis 24 Stunden nach der Eiablage, also relativ kurz bevor das nächste Ei gelegt wurde. Großen Einfluss auf die Serumcalcium- und Phosphorwerte hat auch die Fütterung (LUCK und SCANES, 1979; GERSTBERGER und BARTH, 2005). Eine Calciumübersversorgung durch das Futter verursacht eine Erhöhung des

Blutcalciumspiegels, während der Phosphorgehalt sinkt (KOLB, 1992b). So kann auch Eierfressen und die damit verbundene Aufnahme des Calciums aus der Eischale einer Steigung der Serumcalciumkonzentration bewirken (BAUMGART, 2005).

KÖLLING et al. (1992b) beschrieben einen deutlichen Anstieg des Blutcalciumgehalts mit Eintritt der Legereife der Hennen, der dann wesentlich höher als bei Hähnen ist, während GÜNTHER und LENKEIT (1964) eine Mineralstoffspeicherung schildern, die bereits 20 bis 30 Tagen vor Legebeginn besteht. Die Untersuchung venösen Bluts liefert stets höhere Werte im Vergleich zu arteriellem Blut. Auch die Technik der Blutentnahme (Punktion versus Verweilkatheter) beeinflusst die Ergebnisse (KÖLLING et al., 1992b).

Sinkt die Konzentration des Calciums im Blut unter einen bestimmten Schwellenwert, so lässt die Legeleistung nach und wird schließlich ganz eingestellt (LUCK und SCANES, 1979; GERSTBERGER und BARTH, 2005).

Nach Angaben von GYLSTORFF und GRIMM (1998) liegt ein optimales Calcium-Phosphor-Verhältnis zwischen 1,5:1 und 2:1. Extreme Calcium-Phosphor-Verhältnisse, die durch eine Fütterung mit sehr hohen Calcium- bei gleichzeitig geringen Phosphorgehalten zustande kommen, führen zu einem Leistungsabfall und einer negativen Eischalenqualität (HÄRTEL, 1990). Diesen Zusammenhang bestätigte auch LEE (2012), die ein Calcium-Phosphor-Verhältnis von 3,5-4:1 ermittelte. In diesem Bereich bewegten sich auch die Ergebnisse von FITZ (2007) und SCHÜMANN (2008).

#### **2.4.2.4. IgY-Konzentration**

Zum humoralen Teil des erworbenen Immunsystems zählen die Antikörper, sogenannte Immunglobuline, die von B-Lymphozyten produziert werden. Diese tragen zu einer spezifischen Abwehrreaktion von Pathogenen aus der Umwelt (Antigene) bei (GÖBEL und KASPERS, 2005). Da das aviäre Hauptimmunglobulin in Funktion und Serumkonzentration sehr dem Immunglobulin G der Säuger ähnelt, wurde es lange Zeit ebenfalls als Ig G betitelt (CHALGHOUMI et al., 2009). Obwohl diese Bezeichnung lange Zeit synonym genutzt wurde, bekräftigen neuere Erkenntnisse, dass aufgrund der großen strukturellen Unterschiede für Vögel eine differenzierte Benennung anzuraten ist (SCHADE et al., 1996). LESLIE und CLEM (1969) führten deshalb die Bezeichnung Ig Y ein, wobei das Y für „yolk“, den englischen Begriff für Eidotter, steht. Das Ig Y ist das einzige Immunglobulin im Dotter. Dorthin wird es

transportiert, um dem ggf. entstehenden Küken als maternalen Antikörper immunologischen Schutz zu bieten (PENZLIN, 2005).

Der Ig Y-Gehalt ist zu Beginn der Legeperiode meist sehr hoch, was beispielsweise auf kurz zuvor durchgeführte Impfungen zurückzuführen ist (BAZER, 2005). Eine solche bewirkt ebenso wie eine Infektion mit einem Krankheitserreger zuerst einen Anstieg und kurz darauf, wenn die Immunglobuline verbraucht sind, einen Rückgang des Ig Y-Gehalts im Dotter (BAZER, 2005; LICKTEIG, 2006). Ein Absinken des Ig Y-Gehalts kurz nach Beginn der Legetätigkeit ist vielfach beschrieben (LE BRIS, 2005; LICKTEIG, 2006; FITZ, 2007). Dies kann jedoch auch das Resultat eines Immundefizits, verursacht durch die hohe körperliche Belastung bei Legebeginn, sein (LE BRIS, 2005). So beschreibt auch BAZER (2005), dass bei höherer Legeleistung generell ein niedrigerer Ig Y-Gehalt im Dotter vorzuliegen scheint.

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode weisen die Ig Y-Gehalte im Serum und im Eidotter ähnliche Kurven auf, wobei die Konzentration im Serum meist unter der im Dotter liegt (WALLMANN et al., 1990; SEWERIN, 2002; FITZ, 2007). Nach ROSE und ORLANS (1981) gleicht sich der Antikörpergehalt im Dotter nach fünf bis sechs Tagen der Konzentration im Serum an. Nach BAUMGART (2005) hat die Besatzdichte einen signifikanten Einfluss auf die Ig Y-Konzentration, wobei hohe Besatzdichten niedrige Werte verursachen. Dies konnte LE BRIS (2005) bei LSL-Hennen bestätigen. ERHARD et al. (2000) beschrieben bei Hennen aus Käfighaltung höhere spezifische Antikörpergehalte und Ig Y-Konzentrationen im Dotter gegenüber Hennen, die in Bodenhaltung untergebracht waren. Durchschnittlich schwankten die Werte zwischen 13,5-15,4 mg/ml. Mit diesen Angaben stimmten die Dotter- und Serum-Konzentrationen, die LEE (2012) ermittelt hatte, weitgehend überein, während LE BRIS (2005) und LICKTEIG (2006) höhere Werte zwischen 20,0 und 28,0 mg/ml Dotter feststellten. LB-Hennen wiesen dabei stets höhere Werte auf als vergleichbar gehaltene LSL-Hennen.

### **2.4.3. Postmortale Befunde bei Legehennen**

#### **2.4.3.1. Leberverfettung**

Das Vorkommen des Fettlebersyndroms tritt seit der Intensivierung der Legehennenhaltung auf (KAMPHUES et al., 2004). Es handelt sich dabei um eine multifaktoriell verursachte Stoffwechselerkrankung, bei der sich der Fettgehalt der Leber von physiologischen 15 % in Extremfällen auf bis zu 80 %

erhöht (KOLB, 1992a). Die hohe Leistung und die damit verbundene Stoffwechselaktivität der Legehennen belastet v. a. die Leber, so dass es zu pathologischen Veränderungen wie z. B. einer Leberlipidose, d. h. einer Verfettung der Leber kommt (BESSEI, 1988). Hohe Östrogenspiegel im Blut, die in Verbindung mit einer hohen Legeleistung auftreten, gelten als begünstigender Faktor für die Entstehung einer Fettleber. So lässt sich erklären, weshalb die Inzidenz dieser Stoffwechselstörung abhängig vom Alter der Hennen ist. Je stärker die Legeleistung und damit auch der Östrogenwert gegen Ende der Legeperiode absinkt, desto deutlicher sinkt die Fettleberrate. So verminderte sich der Anteil an Fettlebern von ca. 59 % im dritten auf 34 % im sechsten Monat der Legetätigkeit (WEITZENBÜRGER et al., 2005a). Des Weiteren besteht ein Zusammenhang zum Körpergewicht. Eine übermäßige Futteraufnahme gilt ebenfalls als prädisponierend für die Entwicklung einer Leberverfettung, so dass sich teilweise auch ein Anstieg des Anteils von Fettlebern im zeitlichen Verlauf der Legeperiode beobachten lässt, wenn die Hennen an Körpermasse zunehmen (WEITZENBÜRGER et al., 2005a). Die Fütterung von Legemehlen mit hohem Energiegehalt haben denselben Effekt (KAMPHUES et al., 2004; VITS und WEITZENBÜRGER, 2005). Einen großen Einfluss auf den Fettstoffwechsel haben auch das Haltungssystem und die Besatzdichte durch die damit verbundenen Bewegungsmöglichkeiten (VITS und WEITZENBÜRGER, 2005; FISCHER, 2009). Bewegungsmangel begünstigt dabei die Entwicklung von Fettlebern (VITS et al., 2005a). So wirken sich Käfighaltungen extrem ungünstig aus, während es in Volieren seltener und zu geringer ausgeprägten Leberveränderungen kommt (KAMPHUES et al., 2004).

Betroffene Hennen zeigen sich klinisch inapparent, es kommt jedoch in seltenen Fällen zu perakuten Leberkapselrupturen, die tödlich enden (KAMPHUES et al., 2004; VITS und WEITZENBÜRGER, 2005). Bei der Sektion zeichnen sich Fettlebern statt der physiologisch rotbraunen durch eine gelb bis ockerfarbene Tönung und eine rissige Konsistenz aus (BESSEI, 1988).

Den Literaturangaben zufolge sind zwischen 70-100 % der Hennen von Fettlebern betroffen (GOZZOLI, 1986; BAUMGART, 2005; LE BRIS 2005; LICKTEIG, 2006; FITZ, 2007; SCHÜMANN, 2008, FISCHER, 2009). WEITZENBÜRGER et al. (2005a) ermittelten mit 46,3-53,9 % geringere Anteile. Laut FISCHER (2009) traten unter den LSL-Hennen häufiger Fettlebern auf als bei LB-Hennen, bei denen es eher zu einer Herz- und Körperhöhlenverfettung kam. Dem widersprechen die Ergebnisse von LICKTEIG (2006), der zufolge die LB-Hennen häufiger und unter stärker ausgeprägten Fettlebern litten. Bei LEE

(2012) lagen sowohl bei den LSL- als auch bei LB-Hennen in allen Fällen Leberverfettungen vor und zwar in 90,0 % der untersuchten Fälle in mindestens mittelgradiger Ausprägung. In der Studie von FISCHER (2009) wiesen gut 75 % aller untersuchten Hennen eine mindestens mittelgradige Leberlipidose auf, wohingegen nur knapp 4 % der Lebern einen Normalbefund ergaben.

BESSEI (1988) beschreibt das Lebergewicht mit ca. 35-50 g. Nach DAMME et al. (2011) beträgt das Lebergewicht von LSL-Hennen 36,1 g und das der LB-Hennen durchschnittlich 33,4 g. LEE (2012) nennt ein durchschnittliches Gewicht von 31,0 g, wobei die LB-Hennen leicht darüber und die LSL-Hennen leicht darunter liegen.

### **2.4.3.2. Knochenbruchfestigkeit**

Die medullären Knochen stellen den bedeutendsten Speicherort dar, aus dem für die Eischalenbildung in der Dunkelphase zeitnah Calcium freigesetzt werden kann, da die Hennen in dieser Zeit kein Futter aufnehmen (GERSTBERGER und BARTH, 2005; BOSCH, 2010). Die hohen Legeleistungen beeinträchtigen den Calciumstoffwechsel erheblich (WÖHR et al., 2005). Eischalenstabilität und Knochenbruchfestigkeit sind umgekehrt proportional zueinander (LEYENDECKER et al., 2002; FLEMING, 2006). Durch den hohen Calciumbedarf für die Eischalenbildung kommt es zum Abbau strukturierter Knochenmasse. Osteoporose führt zu einer Abnahme der Knochenstabilität im Verlauf der Legeperiode, so dass sich mit zunehmendem Alter der Hennen das Risiko für Knochenbrüche erhöht (WITHEHEAD, 2000; FLEMING, 2006). Solche wabenartig veränderten und hypodensen Bereiche mit verminderter optischer Dichte im Knochengewebe konnten STREUBEL et al. (2005) sogar computertomographisch darstellen. Untersuchungen von LEYENDECKER et al. (2002) bestätigen, dass die Ernährung, von welcher der oben beschriebene Calciumstoffwechsel ebenfalls maßgeblich beeinflusst wird, eine große Rolle spielt und nennen des Weiteren die genetische Herkunft der Hennen als ausschlaggebenden Faktor auf die Knochenstabilität. Zudem hat das Haltungssystem einen großen Effekt (BAUMGART, 2005). So weisen Hennen aus konventioneller Käfighaltung im Vergleich zu allen anderen Haltungsarten niedrigere Bruchfestigkeiten auf (SCHOLZ et al., 2008a; TACTACAN et al., 2009), was vor allem auf die eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten zurückzuführen ist (VITS et al., 2005a; TACTACAN et al., 2009). Auch WÖHR et al. (2005) nennt die Bewegungseinschränkung als Grund für einen stark belasteten Knochenmetabolismus in Intensivhaltungen und gibt darüber hinaus

den Mangel an natürlichem Sonnenlicht an. Unter der Einstrahlung von UV-Licht wird Vitamin D<sub>3</sub> gebildet, dessen Metabolit die Calciumresorption aus dem Darmtrakt fördert und so einen wesentlichen Beitrag zur physiologischen Knochenmineralisation leistet (ERBEN, 2005). Nach HALLE (2008) werden Vitamine, auch Vitamin D<sub>3</sub>, jedoch dem Futter zugesetzt und können darüber hinaus gezielt supplementiert werden, so dass diesbezüglich Mangelsituationen nicht zu erwarten sind. Das Vorhandensein erhöhter Sitzstangen in einer Kleingruppenhaltung kann die Knochenbruchfestigkeit positiv beeinflussen. Außerdem konnte bei Hennen der Linie LB ein Zusammenhang zwischen Knochenstabilität und Besatzdichte beobachtet werden, nach dem Hennen in einer kleineren Gruppe festere Knochen hatten (SCHOLZ et al., 2009). Die Calciumfreisetzung aus den Skelettknochen erfolgt in einer bestimmten Reihenfolge, wobei sich der *Humerus* als vergleichsweise resorptionsresistent erwiesen hat (TAYLOR, 1965). So ist es nicht verwunderlich, dass der *Humerus* stabiler ist als die *Tibia* (VITS et al., 2005b; VITS et al., 2006; SCHOLZ et al., 2009). Nach VITS et al. (2005b) beträgt die mittlere Bruchfestigkeit des *Humerus* bei in ausgestalteten Käfigen gehaltenen Hennen 177,1 N (LSL) bzw. 254,5 N (LB) und die der *Tibia* 147,4 N (LSL) bzw. 140,9 N (LB). Stets geringgradig unter diesen Werten lagen die von SCHOLZ et al. (2009) ermittelten Daten zur Bruchfestigkeit bei LSL- und LB-Hennen in Kleingruppenhaltung. Die von LEE (2012) gemessenen Werte befanden sich nochmals darunter und betrugen bei den LSL-Hennen für den *Humerus* ca. 122,9 N und die *Tibia* 102,3 N und bei den LB-Hennen für den *Humerus* durchschnittlich 124,1 N und die *Tibia* 89,1 N.

## 2.5. Verhalten

### 2.5.1. Aufenthalt auf dem Boden

LEE (2012) beobachtete in der Hellphase unter den LSL-Hennen 92,3 %, die sich auf dem Boden aufhielten, davon ca. 24,0 % auf den zum Staubbaden angebotenen Astroturf Matten. Bei den LB-Hennen befanden sich 95,2 % auf dem Boden, davon ca. 37,0 % auf den Matten. Die Dunkelphase verbrachten 13,7 % der LSL- und 33,1 % der LB-Hennen auf dem Boden, wobei sich unter den LSL-Hennen knapp die Hälfte und unter den LB-Hennen nahezu zwei Drittel auf den Matten befand. SEWERIN (2002) gibt an, dass sich in der Lichtphase rund zwei Drittel aller Hennen auf dem Boden befinden, während dies in der Dunkelphase nur auf ein Viertel der Hennen zutrifft.



THUM (2009) beschreibt den Anteil der Hennen, die sich während der Hellphase auf dem Boden aufhalten mit rund 80,0 %, wobei sich 65,8 % auf dem Gitterboden und fast 13,8 % auf den Staubbadematten befinden. In der Dunkelphase steigt die Zahl der Hennen auf den Matten leicht auf ca. 19,0 % an, wohingegen der Anteil der auf dem Gitterboden befindlichen Hennen deutlich zurückgeht (24,1%). THUM (2009) vermutet einen Grund für die Präferenz der Staubbadematten gegenüber dem Gitter für den Aufenthalt während der Nacht in der verhältnismäßig weichen, großflächigen Oberfläche der Matten. Hennen scheinen Böden zu bevorzugen, die ihnen einen größtmöglichen Fußkontakt zu dem jeweiligen Untergrund ermöglichen (HUGES und BLACK, 1973).

Hennen schlafen und ruhen hauptsächlich nachts (OESTER, 2005). Nach BLOKHUIS (1984) dient Ruhen unter anderem auch der Wärmeerhaltung, so dass Hennen hierzu einerseits kalte oder zugige Plätze meiden und andererseits engen körperlichen Kontakt mit Artgenossen suchen, da diese sogenannte „Haufenbildung“ Wärmeverluste in die kalte Umgebung vermindert. THUM (2009) vermutet darum, dass die Bevorzugung von Staubbadematten als nächtliche Schlafplätze darauf zurückgeht, dass sich Wärme besser auf unperforiertem Untergrund speichern lässt als auf perforiertem.

### **2.5.2. Aufenthalt auf den Sitzstangen**

Angebotene Sitzstangen werden von den Hennen hauptsächlich als Schlafplatz (BESSEL, 1988), tagsüber je nach Positionierung jedoch auch häufig zum Laufen genutzt (RAUCH und MATTHES, 2004). THUM (2009) beschreibt ebenfalls das Ruhen und Gehen, jedoch auch die Gefiederpflege als Aktivität, die von Hennen auf Sitzstangen ausgeübt wird. Abhängig ist dies sehr von der Anordnung der Stangen, wobei hoch angebrachte Sitzstangen hauptsächlich genutzt wurden, um sich ungestört von den Artgenossen zu putzen oder zu ruhen. Dem entsprachen die Beobachtungen von BLOKHUIS (1984), dem Gefiederpflege besonders bei Hennen, die bereits auf den Sitzstangen saßen, auffiel. Generell beschränkt sich der Gebrauch von Sitzstangen während der Hellphase jedoch weitgehend auf niedrigere Sitzstangen (BLOKHUIS, 1984). Laut MISHRA et al. (2005) zeigen die Hennen die Tendenz tagsüber oft, jedoch nur für eine kurze Dauer aufzubaumen.

Hühner ruhen hauptsächlich in der Nacht und suchen dafür am Abend gegen Ende der Dämmerung erhöhte Plätze auf, wo sie schlafen (OESTER, 2005; PETERMANN, 2006). Dabei ist nicht so sehr das Vorhandensein einer Sitzstange ausschlaggebend, sondern vielmehr die Höhe des Ruheplatzes

selbst. Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, dass angebotene Sitzstangen auch eine angemessene Höhe aufweisen (FRÖHLICH und OESTER, 2003; SCHRADER und MÜLLER, 2009). In der freien Natur wählen Hennen als Schlafplatz meist Äste in Bäumen, um so Schutz vor Fressfeinden zu finden (DISTL und SIEGMANN, 2005; PEITZ und PEITZ, 2009). Dabei suchen sie meist engen Körperkontakt zu ihren Artgenossen (BESSEI, 1988; DISTL und SIEGMANN, 2005). Dies bestätigten OLSSON und KEELING (2000), die beobachteten, dass die Hennen bevorzugt dicht nebeneinander auf der obersten Sitzstange nächtigen. War ein Aufbaumen nicht möglich, verbrachten die Hennen auf dem Boden mehr Zeit im Stehen als im Sitzen und bewegten sich mehr. Diese Tatsache ist als Zeichen für Frustration bzw. die Bemühung, eine Alternative zum Aufbaumen zu finden, anzusehen.

Hennen suchen ihre Schlafplätze auf den Sitzstangen in der Regel schon vor Einbruch der Dämmerung auf (ENGELMANN, 1969). In Haltungssystemen ohne Tageslicht ist das Zwischenschalten einer Dämmerungsphase von mindestens 30-minütiger Dauer zu empfehlen, um den Hennen das Aufsuchen ihrer Schlafplätze ohne Verletzungsrisiko zu ermöglichen (PETERMANN, 2006). Ist der Dunkelphase keine Dämmerung vorgeschaltet, haben innerhalb von zehn Minuten nach dem Ausschalten des Lichtes 90 % der Hennen aufgebaumt (OLSSON und KEELING, 2000). In den frühen Morgenstunden verlassen die Hennen ihren Schlafplatz dann bereits bei einer Lichtintensität, die deutlich unter der liegt, bei der sie aufgebaumt hatten (ENGELMANN, 1969). Damit die Sitzstangen optimal genutzt werden können, ist es wichtig, diese in ausreichender Zahl anzubieten. Bedeutsam ist außerdem, den Hennen schon während der Aufzucht Sitzstangen zu präsentieren, damit sie schon in jungem Alter den Gebrauch und das Aufbaumen erlernen können (RAUCH und MATTHES, 2004).

Nach PLATZ et al. (2009) verbrachten während der Lichtphase im Mittel 15,6 % der Hennen in ausgestalteten Käfigen auf den Sitzstangen, wohingegen es in der Dunkelphase 73,3 % waren. Ähnliche Werte beobachtete SEWERIN (2002) mit rund 21,8 bzw. 69,9 % der Hennen (Hell- bzw. Dunkelphase) auf den Sitzstangen. Höhere Werte untersuchten APPLEBY et al. (1993), nach deren Angaben tagsüber 25 % und nachts zwischen 90-94 % aller Hennen aufgebaumt hatten. Nach Angaben von TELLE (2011) variierte der Anteil an Hennen auf einer Sitzstange während der Dunkelphase erheblich zwischen den Haltungssystemen. So waren in der Voliere nachts nur rund 27,3 % der Hennen aufgebaumt, während es in Kleingruppenanlagen 48,2 % waren. LEE (2012)

berichtet in der Hellphase von einem Anteil von 3,9 bzw. 2,6 % (LSL bzw. LB) der Hennen, die sich auf den Sitzstangen befinden, während es in der Dunkelfase 84,8 bzw. 63,7 % der Hennen sind. KEPPLER (2008) vermutet den Grund für herkunftsbedingt unterschiedliches Aufbaumverhalten in Aktivitätsunterschieden zwischen den Legelinien. LSL-Hennen gelten generell als unruhiger und aktiver und sollen demnach eine erhöhte Bereitschaft vorweisen, auch die dritte Dimension eines Haltungssystems zu erkunden und so vermehrt die Sitzstangen zu nutzen.

### **2.5.3. Aufenthalt in den Legenestern**

Das Legenest dient der Eiablage (BAUER und FÖLSCH, 2005). Im Anschluss daran ruhen die Hennen gern noch im Legenest (OESTER, 2005). Diese Ruhephase kann bis zu 45 min andauern (MARTIN, 1985). Nach ICKEN et al. (2010) dauert ein Nestaufenthalt, der mit einer Eiablage einhergeht, bei Braunlegern 30 min und bei Weißlegern 45 min. Besonders zu Beginn der Legeperiode kommt es im Rahmen der Erkundung der neuen Umgebung zu Nestbesuchen, bei denen kein Ei gelegt wird. Dabei beträgt der Aufenthalt in den Nestern 10 bzw. 28 min (Braun- bzw. Weißleger).

Da die Legeaktivität am Vormittag am größten ist, werden die Nester dementsprechend vor allem während der ersten Tageshälfte genutzt (FÖLSCH, 1981; HERGT, 2007). Braunlegende Hennen legen ihre Eier im Allgemeinen früher am Tag als weißlegende (CAMPO et al., 2007). So legten die Braunleger die meisten Eier drei Stunden nach Lichtbeginn, während das Maximum der täglichen Eiablage bei den Weißlegern erst sechs Stunden nach Lichtbeginn erreicht wird (ICKEN et al., 2010). Nach HERGT (2007) sind 80-90 % der täglichen Legeleistung gegen 10:00 Uhr erreicht. Entsprechend stellen sich die Ergebnisse von LEE (2012) dar, nach denen eine Belegung der Nester hauptsächlich während der frühen Morgenstunden zu beobachten war und im Laufe des Vormittags immer weiter zurückging. Dabei war bei den LB-Hennen eine intensive Nestnutzung schon unmittelbar nach Lichtbeginn festzustellen, während bei den LSL-Hennen die stärkste Nestbelegung erst ca. zwei Stunden später zu beobachten war. Auch FITZ (2007) zählte am Vormittag mit 10,2 % einen fast doppelt so hohen Anteil an Hennen, die sich im Nestbereich aufhielten, als am Nachmittag. Bei LE BRIS (2005) wichen die Werte bezüglich der Nestnutzung im Tagesverlauf stärker auseinander. Während sich in den Morgenstunden bis zu 34 % der Hennen in Nestern befanden, waren es später am Tag beständig ca. 2-5 %.

PETERMANN (2006) beschreibt, dass sich in attraktiven Nestern teilweise mehrere Hennen zusammendrängen, so dass es unter Umständen sogar zu Erdrückungsverlusten kommen kann und auch BESSEI (1988) stellte fest, dass sich oft mehrere Hennen gleichzeitig in Einzelnestern zusammendrängen, obwohl noch genügend andere Nestplätze frei sind. Auch LICKTEIG (2006) beobachtete, dass sich in der Hauptlegezeit teilweise so viele Hennen in einem Nest befanden, dass sie übereinander sitzen mussten.

Bieten vorhandene Sitzstangen nicht allen Hennen gleichzeitig Platz, wählen die Hennen alternative Plätze zum Übernachten, z. B. Nester oder Einstreubereiche (RAUCH und MATTHES, 2004). Dazu kann es jedoch trotz ausreichendem Platzangebot auf den Sitzstangen auch kommen, wenn in der Herde Kannibalismus besteht, da die dunkleren Nester einen Sichtschutz vor Artgenossen darstellen. VAN NIEKERK et al. (2001) geben in diesem Zusammenhang einen Anteil von 25 % der Hennen an, welche in Nestern nächtigen. Auch FÖLSCH (1981) und WEITZENBÜRGER et al. (2006a) berichten, dass die Nester nicht nur zur Eiablage dienen, sondern darüber hinaus als Rückzugsmöglichkeit genutzt werden. Dies trifft besonders für rangniedrige Tiere zu (SHIMMURA et al., 2008).

Nach THUM (2009) befanden sich tagsüber 7,1 % und nachts nur 4,4 % aller Tiere in einem Nest. LEE (2012) ermittelte einen Anteil von 3,6 bzw. 2,2 % (LSL bzw. LB) der in den Nestern befindlichen Hennen während der Hellphase. Im Vergleich dazu war es in der Dunkelphase bei den LSL-Hennen ein geringerer (1,5 %) und bei den LB-Hennen ein größerer Anteil (3,3 %). Bei SEWERIN (2002) verbrachten im Mittel 5,3 % der Hennen den Tag und 2,3 % der Hennen die Nacht in einem Nest.

### **2.5.4. Nahrungsaufnahmeverhalten**

Im Vergleich zu anderen Funktionskreisen nimmt das Ernährungsverhalten, bestehend aus den Elementen Trinken, Scharren und Futter-, sowie Objektpicken, den höchsten Anteil im quantitativen Tagesethogramm ein, d. h. die meiste Zeit des Tages verbringen die Hennen mit der Nahrungssuche und -aufnahme. Innerhalb des Funktionskreises Ernährungsverhalten wird am häufigsten das Futterpicken ausgeübt, wobei jedoch die anderen Verhaltensweisen wie Trinken oder Scharren in engem zeitlichem Zusammenhang ausgeführt werden. Der prozentuale Anteil des Ernährungsverhaltens zu anderen Funktionskreisen beläuft sich je nach Haltungsform auf 35,0-48,0 %, wobei sich die höchsten Werte in Käfighaltung

und hier insbesondere nach einer Aufzucht im selben Haltungssystem fanden (FÖLSCH, 1981).

Auch nach den Beobachtungen von BESSEI (1988) stellt die Futteraufnahme mit einem mittleren Anteil von 40,0 % der Hennen im Laufe eines Lichttages die von den meisten Hennen ausgeübte Verhaltensweise dar. Bei der Wasseraufnahme wurden etwa 14,0 % der Hennen beobachtet. Beides tritt in der Natur und in Haltungssystemen ohne offensichtliche Einschränkungen oder mit Auslauf zweigipflig im Tagesverlauf auf, mit Höhepunkten am Morgen und am späten Nachmittag bzw. Abend (BESSEI, 1988; MISHRA et al., 2005; PETERMANN, 2006). FÖLSCH (1981) dagegen beschreibt für Hennen in Auslaufhaltung einen dreigipfligen Verlauf und bei Hennen in intensiven Haltungsformen vier über den Tag verteilte Peaks, was eventuell auf die unnatürlich lange Hellphase zurückzuführen ist. Auch LICKTEIG (2006) ermittelte bei ihren Hennen aus Volierenhaltung vier über den Tag verteilte Maxima bezüglich des Nahrungsaufnahmeverhaltens und vermutete einen Zusammenhang mit dem Anspringen der Futterkette. BAUMGART (2005) stellte eine stete Zunahme der Nahrungsaufnahme im Laufe des Tages um bis zu 15 % fest. Hennen in ausgestalteten Käfigen verbrachten mehr Zeit des Tages mit der Futteraufnahme als Hennen aus Batteriekäfighaltung (POHLE und CHENG, 2009).

Sowohl Futter- als auch Wasseraufnahme sind etwa zwei Stunden vor der Eiablage vermindert, zu dem Zeitpunkt, zu dem die Hennen unruhig werden und beginnen, einen passenden Nestplatz zu suchen (BESSEI, 1988).

VAN ROOIJEN (1991) warnt davor, von der Dauer, während der sich die Hennen mit dem Kopf im Futtertrog befinden und der Häufigkeit des Pickens nach Futter direkt auf die Futteraufnahme zu schließen, da sowohl die Futtermenge, die mit einem Mal Picken aufgenommen wird, als auch der Anteil an explorativem Picken deutlich variieren können.

Vielfach wird in der Literatur beschrieben, dass Hennen im Staubbadebereich in Abhängigkeit vom eingesetzten Einstreusubstrat auch häufig Nahrungserwerbsverhalten zeigen (APPLEBY et al., 1993; SCHOLZ et al., 2011).

### **2.5.5. Körper- und Federpicken, Kannibalismus**

SEWERIN (2002) definiert Körperpicken als „jede Form des Pickens nach anderen Hühnern, Federpicken, einschließlich Federziehen“. Federpicken äußert sich in Gefiederschäden (SEWERIN, 2002; BAZER, 2005; MARTIN, 2005) und Verletzungen (KLEIN et al., 2000; KEPPLER, 2008). Kahlstellen können dann wiederum Auslöser für weiteres Federpicken oder Kannibalismus sein (KÖNIG et

al., 2009). Ebenso fungieren schon kleine Verletzungen als Stimulus für weiteres Bepicken durch die Artgenossen (PETERMANN, 2006; FISCHER, 2009; MAMMEN, 2010). Bepickte Hennen reagieren nur selten mit Flucht oder Verteidigung (ENGELMANN, 1978; PEITZ und PEITZ, 2009), so dass es häufig zu stereotypem Picken kommt, das durch soziale Nachahmung bald von der ganzen Herde ausgeführt wird bis letztlich Kannibalismus auftritt (MARTIN, 2005; PEITZ und PEITZ, 2009). Sowohl Federpicken als auch Kannibalismus stellen Verhaltensstörungen dar, die multifaktoriell bedingt sind (KEPPLER, 2008), wobei beides meist nur bei Interaktion mehrerer potentieller Auslöser auftritt und nicht unbedingt, wenn ein Faktor allein vorliegt (DEERBERG, 2005). Die Ursachenklärung ist daher sehr komplex und noch nicht abgeschlossen (PETERMANN, 2006).

Nach HARLANDER-MATAUSCHEK (2009) ist schwaches Federpicken unbedingt von starkem zu differenzieren, da diese beiden Qualitäten auf verschiedene Ursachen zurückgehen. Während schwaches Federpicken auf soziale Gefiederpflege und soziales Erkundungsverhalten zurückgeht, stellt starkes Federpicken fehlgeleitetes Nahrungserwerbsverhalten dar. Die Hypothese, Federpicken sei umorientiertes Nahrungsaufnahmeverhalten und diene als Ersatzhandlung, wird in der Literatur vielfach geäußert (ENGELMANN, 1984; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998; KLEIN et al., 2000; KAMPHUES et al., 2004; DEERBERG, 2005; MARTIN, 2005). Ausschlaggebend ist hier die mangelhafte Struktur der eingesetzten Futtermittel wie z. B. Alleinmehle, welche keine adäquate, artgerechte Form der Nahrungssuche inklusive Scharren, Zerren und Zerkleinern ermöglichen (MARTIN, 2005; WEITZENBÜRGER et al., 2006a). Zahlreiche Untersuchungen bestätigen, dass Federpicken kaum auftritt, wenn den Hennen die zeitintensive Beschäftigung mit strukturiertem Futter wie z. B. Stroh, Heu oder Grünfutter gestattet ist. Die Fütterung mit Alleinmehl scheint daher zwar physiologisch befriedigend, jedoch im Hinblick auf artspezifische Bedürfnisse ungeeignet zu sein. Leicht abstehende Federn, an welchen bevorzugt gepickt und gezogen wird, ähneln natürlichen Futterobjekten wie z. B. Grashalmen und dienen dann als Ersatzobjekt zur Ausübung des angeborenen Nahrungssuch- und -aufnahmeverhaltens (MARTIN, 2005). Neben einer mangelnden Futterstruktur und zu kurzen Fresszeiten können auch Mangelsituationen, z. B. Calcium- oder Natriummangel (FÖLSCH et al, 2004; DEERBERG, 2005; PEITZ und PEITZ, 2009) oder die unzureichende Versorgung mit essentiellen Aminosäuren Federpicken auslösen (BESSEL et al., 1999; KEPPLER, 2008). Vermutlich kann ein gutes Management mit Futter und

Einstreu in adäquater Form in den ersten Lebenstagen und -wochen der Küken einer späteren Neigung zum Federpicken entgegenwirken (HUBER-EICHER und SEBÖ, 2001; MARTIN, 2005; PETERMANN, 2006). BESTMAN und WAGENAAR (2006) untersuchten, inwieweit sich das Verhalten in der Aufzucht in der Legeperiode fortsetzt und kamen zu dem Ergebnis, dass Hennen, die bereits während der Aufzuchtphase Federn pickten, dies mit einer Wahrscheinlichkeit von 82 % auch später im Legebetrieb taten und Hennen, die während der Aufzucht kein Federpicken zeigten in 90 % der Fälle auch in der anschließenden Legephase nicht mehr damit begannen.

Die Zucht und Herkunft der Hennen hat großen Einfluss auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus (BURCKHARDT et al., 1979; LE BRIS, 2005; PETERMANN, 2006; KEPPLER, 2008), da bezüglich des Nahrungsaufnahmeverhaltens große genetische Unterschiede bestehen (KLEIN et al., 2000), die sich in unterschiedlich stark ausgeprägten Neigungen zum Federpicken äußern (MARTIN, 2005). Nach KEPPLER (2008) treten Federpicken und Kannibalismus v. a. in Herkünften auf, die die Sitzstangen stärker nutzen. FRÖHLICH und OESTER (2003) beobachteten, dass sich das Vorhandensein erhöhter Sitzstangen positiv auf das Federpicken auswirkt. BENDA (2008) stellte bei LB-Hennen signifikant häufiger aggressives Picken fest als bei LSL-Hennen. Dies entspricht den Ergebnissen von KJAER (2000), nach denen in mittelschweren Legelinien wie ISA Brown (ISA, Braunleger) oder LB beträchtlich mehr Federpicken als in weißen Legelinien wie LSL beobachtet worden war. Federpicken tritt scheinbar eher im Zusammenhang mit einer hohen Legeleistung auf (MARTIN, 2005).

Auch eine große Herdengröße, hohe Besatzdichte sowie eine labile Rangordnung fördern das Körperpicken (BURCKHARDT et al., 1979; SEWERIN, 2002; LE BRIS, 2005; MARTIN, 2005; HOY et al., 2006). Die Gefahr für Federpicken und Kannibalismus steigt bereits, wenn Besatzdichte oder Gruppengröße verhältnismäßig gering angehoben werden (BILCIK und KEELING, 2000; KEPPLER, 2008). Nach BESTMAN und WAGENAAR (2006) stellt eine hohe Besatzdichte den größten Risikofaktor für das Auftreten von Federpicken unter Junghennen dar, gefolgt von der Haltung auf Gitterboden und ohne Einstreu, welches als Pickalternative zum Gefieder der Artgenossen dienen könnte.

Einflussreich ist auch das Lichtmanagement im Haltungssystem (BURCKHARDT et al., 1979; MARTIN, 2005). Eine hohe Lichtintensität erhöht die Gesamtaktivität der Hennen, was sich bei sozialen Begegnungen unter Umständen negativ

auswirkt (MAIR et al., 2002, KEPPLER, 2008). Auch KJAER und VESTERGAARD (1999) belegten eine positive Korrelation zwischen der Lichtintensität und dem Auftreten von massivem Picken sowie einer erhöhten Mortalität. Flackernde Lichtquellen, direkte Sonneneinstrahlung und vor allem punktuelle Lichtreflektionen können Federpicken und Kannibalismus auslösen oder verstärken. Des Weiteren neigen Hennen zum Federpicken, wenn ein Bestandsbefall mit der Roten Vogelmilbe vorliegt, was zu Juckreiz und Unruhe unter den Hennen führt (PETERMANN, 2006).

Nach BESSEI (1988), der zwischen Federpicken als Verhaltensweise aus dem Funktionskreis Nahrungsaufnahme und dem aggressiven Picken als Sozialverhalten differenziert, beträgt die relative Dauer, während der das Picken über einen Lichttag hinweg ausgeübt wird, sowohl bei Körperpicken als auch bei aggressivem Picken weniger als ein Prozent und stellt damit die am seltenste ausgeübte bzw. beobachtete Verhaltensweise dar.

Im Laufe des Tages nimmt das Federpicken insbesondere bei den mittelschweren Legelinien zu (KJAER, 2000). Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode war laut BAUMGART (2005) keine zu- oder abnehmende Tendenz des Federpickens zu erkennen.

Federpicken gilt als Zeichen für erhebliches Leiden der Tiere, wobei sowohl die ausführenden als auch die bepickten Hennen betroffen sind. Besonders liegende Hennen, etwa wenn sie sich beim Staubbad befinden, werden oft bepickt (MARTIN, 2005).

### **2.5.6. Körperpflegeverhalten**

Im Funktionskreis des Komfortverhaltens wird Federputzen mit einem Anteil von bis zu 90 % am häufigsten ausgeübt (FÖLSCH, 1981) und nimmt damit gleich nach der Nahrungsaufnahme und der Fortbewegung den drittgrößten Teil der über einen Lichttag hinweg ausgeübten Verhaltensweisen ein (BESSEI, 1988). Die Gefiederpflege dient dem Reinigen, dem Entfernen von Fremdkörpern sowie Ektoparasiten und dem Ordnen der Federn, damit das Gefieder voll funktionsfähig als Schutz- und Isolationsschicht ist. Oftmals wird die Gefiederpflege aber auch eingesetzt, um aufgestaute Erregung und überschüssige Kräfte abzubauen oder wird in Konfliktsituationen gezeigt, da die Handlungen beruhigend und normalisierend auf das Tier wirken (ENGELMANN, 1978; DISTL und SIEGMANN, 2005). Eine weitere Folge des Putzens ist das Verteilen von öligen Sekreten aus der Bürzeldrüse. So wird das Gefieder eingefettet und wasserabweisend gemacht (VAN LIERE et al., 1991).



MISHRA et al. (2005) behaupten, Gefiederpflege sei über 24 Stunden hinweg zu beobachten, wobei die Pflegeeinheiten am Morgen und am späten Abend länger und häufiger auftreten als in der restlichen Zeit. Andere Autoren sind der Meinung, die Gefiederpflege finde hauptsächlich in den Mittagsstunden statt (ENGELMANN, 1969; BESSEI, 1988, BAUMGART, 2005). LEE (2012) eruierte bei beiden Linien mit jeweils rund 10,5 % etwas höhere durchschnittliche Anteile sich putzender Hennen in der Dunkelphase im Vergleich zur Hellphase. Sie führte dies auf einen Befall mit der Roten Vogelmilbe zurück, da die Milben in der Regel nachts die Hennen aufsuchen, um Blut zu saugen (LIEBISCH und LIEBISCH, 2003). Außerdem konnte LEE (2012) Unterschiede zwischen verschiedenen Legelinien nachweisen, wobei während der Hellphase LSL-Hennen um 4:00 Uhr und LB-Hennen um 11:40 Uhr die höchste Gefiederpflegeaktivität zeigten.

Auch das Haltungssystem nimmt Einfluss auf das Komfortverhalten. So wiesen Hennen in ausgestalteten Käfigen mehr Gefiederpflege auf als Hennen aus konventioneller Käfighaltung (POHLE und CHENG, 2009). Hennen die in Bodenhaltung aufgezogen worden waren, zeigen später deutlich häufiger Gefiederputzen (WEITZENBÜRGER et al., 2006a).

### **2.5.7. Staubbadeverhalten**

Staubbaden dient der Gefiederreinigung und -pflege sowie der Entfernung von Ektoparasiten und stellt bei Hühnern eine Verhaltensweise aus dem Funktionskreis Komfortverhalten dar (BESSEI, 2003; BUCHHOLTZ, 2005). Ein Wegfallen oder eine deutliche Reduktion des Komfortverhaltens zählt laut BUCHHOLTZ (2005) als Indikator für Leiden bei Tieren und wird meist durch haltungsbedingte Einschränkungen verursacht, die das Anpassungsvermögen eines Individuums an seine Umwelt übersteigen. Nach DUNCAN (1998) wird dagegen noch diskutiert, ob das Staubbaden zu den Verhaltensmustern der Behavioral Needs (verhaltensspezifische Bedürfnisse) gehört.

Eine weitere Funktion des Staubbadens stellt die Regulation des Gehalts an Lipiden in den Federn dar. Staubbaden hilft das Gefieder von alten, oxidierten Fettstoffen zu befreien. Dies geschieht, indem sich die Einstreupartikel an die Lipide heften und am Ende des Staubbades durch ein kräftiges Schütteln aus dem Gefieder entfernt werden (VAN LIERE und BOKMA, 1987).

VAN ROOIJEN (2005) gliedert einen typischen Staubbadevorgang in vier Abschnitte, die teilweise weiter unterteilt sind, so dass insgesamt zehn verschiedene Schritte im Laufe eines Staubbades beschrieben sind:

A) Die Vorbereitungsphase:

1. Die Henne scharrt und pickt, bis im Boden eine geeignete Grube entsteht, in der sich die Henne schließlich mit gestäubtem Gefieder nieder lässt.

B) Die Einführungsphase: Die Henne sitzt oder liegt auf der Seite und bringt Substrat ins Gefieder auf. Dazu werden die folgenden Elemente ausgeführt:

2. Harken/Rechen mit dem Schnabel
3. Vertikales Flügelschlagen
4. Auf der Seite liegen
5. Scharren (mit einem Bein)
6. Kopfscheuern
7. Vertikales Drehen um die Körperachse

C) Die Ausführungsphase: Das Substrat befindet sich nun zwischen den Federn und haftet sich an Parasiten, Schuppen, oxidierte Federn und Hautlipide.

8. Auf der Seite liegen
9. Seitliches Reiben/Scheuern

D) Die Endphase:

10. Durch Körper-/Flügelschütteln wird das Staubbade-substrat aus dem Gefieder entfernt und die Federn in die richtige Position gebracht.

In der Natur nimmt eine Henne durchschnittlich an jedem zweiten Tag ein etwa 20-minütiges Staubbad (PETERMANN, 2006). Auch FÖLSCH (1981) nennt 20 min als Dauer für ein ungestört ablaufendes Staubbad. VESTERGAARD (1982) gab nach einer Studie an domestizierten Legehennen mit ständigem Zugang zu Einstreu an, dass eine Henne im Durchschnitt jeden zweiten Tag einen Staubbadevorgang von 27 min Dauer vornimmt. VAN LIERE et al. (1990) fand bei eingestallten Hennen kurze Staubbäder von 0- bis 5-minütiger Dauer und lange Staubbäder, die 20 bis 30 min dauerten. Der ermittelte Durchschnitt für das Staubbadeverhalten in Sand lag bei einer Dauer von 20 min und einer Frequenz von 0,8 Staubbädern pro Tag. SEWERIN (2002) ermittelte in Freilandhaltung eine Staubbadedauer von ca. 20 min, während in ausgestalteten

Käfigen der Medianwert hierfür lediglich bei 08:39 min lag. Nach PLATZ et al. (2009) dauert ein Staubbad bei Hennen in ausgestalteten Käfigen durchschnittlich 04:46 min und bei Hennen in der Großvoliere 14:52 min. TELLE (2011) bestätigte, eine mit durchschnittlich 05:19 min längere Staubbadedauer in Volierenhaltung gegenüber Kleingruppenhaltungssystemen, in denen die Hennen im Mittel nur etwas über drei Minuten staubbadeten. Sie beschreibt außerdem das Vorliegen großer Variationen zwischen verschiedenen Stalleinheiten im selben Haltungssystem. Demnach hatten die Hennen in einem Abteil eine durchschnittliche Staubbadedauer von knapp unter zwei Minuten gezeigt.

LEE (2012) berechnete für LSL-Hennen eine durchschnittliche Staubbadedauer von 05:02 min. Die LB-Hennen lagen mit 05:52 min ein wenig darüber. Mit fortschreitender Tageszeit verkürzten sich die Staubbäder bei beiden Linien. Am Vormittag wiesen die Staubbäder die längste Dauer auf. Im Verlauf der Legeperiode nahm die Staubbadedauer tendenziell zu, so dass sich eher ein Zusammenhang zum Alter der Hennen als zu der Einstreuhäufigkeit zeigte. Die maximale Dauer eines Staubbades belief sich auf 49:44 min und wurde einmal bei einer LSL-Henne beobachtet, wobei eine LB-Henne ein ähnlich langes Staubbad absolvierte. Extrem lange Staubbäder sind als ein Zeichen von Frustration zu deuten (VAN ROOIJEN, 2005).

HOGAN und BOXEL (1993) schildern einen tageszyklischen Verlauf der Staubbadeaktivität mit einem Höhepunkt in der Mitte des Lichttages. MISHRA et al. (2005) stellen im Tagesverlauf zwei Peaks bezüglich der Dauer und der Frequenz des Staubbadens fest, welche bei 11 und 16 Uhr lagen. Die Angaben weiterer Autoren bezüglich der Staubbadeaktivität im Tagesverlauf liegen meist dazwischen. So nennen APPLEBY et al. (1993) sowie PEITZ und PEITZ (2009) den frühen Nachmittag, TELLE (2011) die Spanne von 9 bis 14 Uhr mit einem Gipfel um 10:30 Uhr und VESTERGAARD (1982) die Mittagszeit von 12 bis 13 Uhr als Hauptstaubbadezeit. Nach PLATZ et al. (2009) üben Hennen in Volieren die Staubbadeaktivität in Abhängigkeit zum Tagesverlauf bevorzugt zwischen 11 und 14 Uhr aus, während bei Hennen in ausgestalteten Käfigen keine tageszeitliche Präferenzen zu erkennen sind. In der Untersuchung von LEE (2012) war bei beiden Legelinien die Anzahl an Staubbadevorgängen zwischen 11 und 12 Uhr am größten und sank im tageszeitlichen Verlauf stetig ab, wobei dies bei den LB-Hennen besonders stark ausgeprägt war. Tendenziell zeigten beide Linien einen Abfall der Staubbadeaktivität bei zunehmender Einstreuhäufigkeit. Absolut zählte LEE (2012) bei den LSL-Hennen mehr Staubbadeaktionen als bei den LB-Hennen. Dementsprechend wiesen die LSL-

Hennen mit 2,3 Staubbadevorgängen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe eine höhere Staubbadeaktivität auf als die LB-Hennen mit 2,0 Staubbädern pro Stunde.

Staubbadeverhalten wird durch ein kompliziertes Wechselspiel endo- und exogener Faktoren gesteuert (DUNCAN, 1998). So steigt die Staubbadeaktivität beispielsweise bei einer Zunahme der Umgebungstemperatur. Auch eine höhere Lichtintensität regt die Hennen zum Staubbaden an. Ebenso wirkt die Anwesenheit anderer, bereits staubbadender Hennen stimulierend auf einzelne Hennen (DUNCAN et al., 1998). Die hohe Anzahl simultan staubbadender Hennen in Freilandhaltung in der Studie von SEWERIN (2002) bestätigt, dass Hennen bevorzugt gleichzeitig ein Staubbad nehmen. Somit handelt es sich beim Staubbaden um ein soziales Verhalten (VON ROOIJEN, 2005).

Die Zeit, die eine Henne im Einstreubereich verbringt und das Staubbadeverhalten, das sie ausübt, wird erheblich vom sozialen Rang der Henne und der Einrichtung des Käfigs beeinflusst. So spielt es eine bedeutende Rolle, ob der Staubbadebereich nur auf einer Seite des Käfigs lokalisiert oder ob diese Ressource aufgeteilt ist, so dass sich etwa auf beiden Seiten des Käfigs eine Staubbadematte befindet. Letzteres begünstigt einen gleichen Gebrauch des Staubbadebereichs für alle Hennen, egal ob sie in der Rangordnung höher oder niedriger stehen (SHIMMURA et al., 2008).

Nach der TierSchNutzV (2006) muss jedes Haltungssystem mit „einem Einstreubereich, der mit geeignetem Einstreumaterial von lockerer Struktur und in ausreichender Menge ausgestattet ist“, versehen sein, so dass die Hennen artgerechte Bedürfnisse ausleben können, wozu auch das Staubbaden zählt. Konkretere gesetzliche Vorgaben bezüglich der Art des Einstreumaterials existieren nicht, obwohl das Einstreusubstrat das Staubbadeverhalten maßgeblich beeinflusst. Hier spielt z. B. die Partikelgröße und Einstreuhöhe des Substrats eine bedeutende Rolle, wobei kleine Partikel und hoch eingestreute Bereiche zum Staubbaden bevorzugt werden. Zwischen den genannten Faktoren bestehen Wechselwirkungen, so dass sich beispielsweise eine ungeeignete Substratbeschaffenheit durch eine höhere Substratschicht teilweise ausgleichen lässt (MOESTA, 2007). Dass das Vorhandensein von Substrat sowie dessen Beschaffenheit, die Größe und Form des Einstreubereichs und die Gewöhnung der Hennen an einen Einstreubereich während der Aufzucht das Staubbadeverhalten deutlich beeinflussen, bestätigen die Untersuchungen von SEWERIN (2002). Dagegen behaupten GUESDON und FAURE (2008), dass der Entzug von Staubbadesubstrat nicht zu Frustration unter den Hennen führt.

In der Kleingruppenhaltung wird derzeit hauptsächlich handelsübliches Legemehl als Einstreusubstrat genutzt und dazu in kleinen Mengen auf Astroturfmatten gegeben. In mehreren Wahlversuchen zeigten Hennen im Vergleich zu herkömmlichem Legemehl deutlich mehr Staubbadeaktionen in fettärmeren Substraten, inklusive entfettetem Legemehl. Der Fettgehalt in herkömmlichem Legemehl ist mit 4,2 % vergleichsweise hoch, so dass sich das Gefieder beim Staubbad in diesem Substrat schlecht entfetten lässt, obwohl dies eine Funktion des Staubbads darstellt. Die nachweislich längere Staubbadedauer bei Verwendung von Legemehl könnte daher als erfolgloser Versuch gedeutet werden, doch noch einen befriedigend entfettenden Gefiederzustand zu erreichen (SCHOLZ et al., 2010). Neuere Untersuchungen von SCHOLZ et al. (2011) untermauern die These, dass Futter kein geeignetes Staubbadesubstrat darstellt, wobei dies nicht auf das Legemehl selbst, sondern vielmehr auf dessen Fettgehalt zurückzuführen ist. FITZ (2007) stellte in Stroh eine fast doppelt so lange Staubbadedauer von ca. 6:46 min im Vergleich zu den Einstreumaterialien Hobelspäne, Weichholzgranulat und Strohpellets fest. Dafür war in Stroh die Anzahl an Staubbadevorgängen geringer als in den übrigen Materialien. Laut VAN LIERE et al. (1990) bevorzugen Hennen Sand gegenüber Holzspänen als Substrat zum Staubbaden.

In intensiven Haltungsformen geht ein Staubbad oft mit mehrfachen Unterbrechungen einher, ehe es ganz abgeschlossen wird (FÖLSCH, 1981). Nachdem eine Henne das erste vertikale Flügelschütteln gezeigt hat, unterbricht sie das Staubbad kaum noch von sich aus, sondern nur, wenn sie durch aggressive Artgenossen dazu gezwungen wird (VESTERGAARD, 1982). APPLEBY et al. (1993) wies nach, dass in konventioneller Käfighaltung viele kurze und fragmentierte Staubbadesequenzen ausgeführt werden, während die Hennen in ausgestalteten Käfigen in der Regel nur eine Staubbadeaktion durchführen, die jedoch erheblich länger andauert. TELLE (2011) beobachtete nur in 5,8 % der Fälle wie ein Staubbad unterbrochen und nach durchschnittlich 39 sec wieder aufgenommen wurde. In der Untersuchung von LEE (2012) wurden 9,3 bzw. 12,6 % der Staubbäder unterbrochen (LSL- bzw. LB-Hennen). Die mittlere Unterbrechungsdauer betrug dabei 14 bzw. 21 sec. Bei beiden Linien wurde der überwiegende Anteil der Staubbäder nur einmal unterbrochen, vereinzelt konnten jedoch auch bis zu drei Unterbrechungen innerhalb eines Staubbadevorgangs verzeichnet werden. Rund die Hälfte aller Unterbrechungen (LSL: 43,8 %, LB: 58,0 %) ließ sich nicht auf eine Störung durch eine andere Henne zurückführen, sondern bestand in einem kurzen Aufstehen der

staubbadenden Henne, ohne dass diese die Staubbadematte verließ. Die LSL-Hennen unterbrachen das Staubbad auch relativ oft, um zwischendurch aus dem Futtertrog zu fressen. Als Unterbrechung wurde auch ein Verlassen der Matte mit anschließendem Wiederaufnehmen des Staubbades gewertet.

Schon FÖLSCH (1981) schilderte, dass das Staubbaden in vielen Fällen bereits im Ansatz wieder abgebrochen wird. TELLE (2011) beobachtete in nahezu einem Drittel aller Staubbadevorgänge, dass die Hennen das Staubbad nicht von selbst beendeten. In Kleingruppenhaltungssystemen unterschiedlicher Hersteller verursachte in 13,5 bzw. 12,0 % der Staubbadeaktionen ein Verdrängen bzw. Bepicken durch eine andere Henne das unfreiwillige Ende. In Volierenhaltung wurden zwar prozentual mehr staubbadende Hennen bepickt, jedoch zeigte sich nie ein Verdrängen des staubbadenden Tieres. Andersartige Störungen traten in beiden Haltungssystemen nur vereinzelt auf. PLATZ et al. (2009) wiesen in ausgestalteten Käfigen im Gegensatz zu Volieren häufig vorzeitige Beendigungen eines Staubbades durch Störungen oder Verdrängen von anderen Hennen nach. Dagegen unterscheidet sich die Anzahl an Vertreibungen staubbadender Tiere durch andere Hennen nach Angaben von SEWERIN (2002) nicht wesentlich zwischen Freilandhaltung und der Haltung in ausgestalteten Käfigen. Aufgrund der räumlichen Enge im zuletzt genannten Haltungssystem, ist es jedoch möglich, dass Vertreibungen stattfinden, die bei Videoauswertungen nicht erkannt und somit nicht erfasst werden. Laut KRUIJT (1964) kann bereits die Anwesenheit einer höherrangigen Henne genügen, dass eine rangniederere Henne ausweicht.

LEE (2012) schildert hinsichtlich der störungsbedingten Beendigung eines Staubbades einen signifikanten Unterschied zwischen verschiedenen Legelinien. So trat dies bei LSL-Hennen in 36,2 % und bei LB-Hennen in 14,3 % aller Staubbadevorgänge auf. Vor allem zu Beginn der Legephase kam es zu vorzeitigen Staubbadebeendigungen. Bei beiden Legelinien bestand der Hauptanteil ursächlich in einem Verdrängen der staubbadenden Henne durch eine andere, gefolgt von einem Rutschen von der Matte auf den Gitterboden. Unter den LSL-Hennen kam es außerdem vor, dass die staubbadenden Tiere weggepickt wurden. Andere Gründe für das vorzeitige Beenden des Staubbades, wie z. B. Erschrecken, traten selten auf.

Bei ungestörtem Ablauf endet ein Staubbad schließlich mit dem sog. axialen Körperschütteln, bei dem sich die stehende Henne mit aufgeplustertem Gefieder erst den Rumpf und direkt anschließend Hals und Kopf mit kräftigen, kurzen Drehbewegungen schüttelt. Dies wird auch häufig im Anschluss an die

Gefiederpflege gezeigt; immer tritt es jedoch nur nach einem Staubbad auf (FÖLSCH, 1981). Auch ENGELMANN (1984) beschreibt ein solches Körperschütteln, wenn die Henne den Staubbadebereich verlässt. Laut VESTERGAARD (1982) erfolgt das Körperschütteln wenige Sekunden nachdem sie sich vom Staubbad erhebt. Das axiale Körperschütteln gilt als Indikator für die Vollständigkeit eines Staubbades (LEE, 2012). Bei Platzmangel in Folge durch einen kleinen Käfig oder eine hohe Besatzdichte zeigen Hennen jedoch seltener Körperschütteln (ALBENTOSA und COOPER, 2004).

DE JONG et al. (2006) konnten in ausgestalteten Käfigen überhaupt keinen Staubbadevorgang beobachten, der vollständig bis zum Ende ausgeführt wurde, was deutlich darauf hinweist, dass die Einstreubereiche den Bedürfnissen der Hennen nicht genügen. In Bodenhaltung waren dagegen immerhin 45,0 % der Staubbäder komplett ausgeführt worden. PLATZ et al. (2009) beobachteten bei Hennen in Volierenhaltung vollständig ausgeführte Staubbadevorgänge, wohingegen das bei Hennen in ausgestalteten Käfigen nicht der Fall war. Ebenso verzeichnete SEWERIN (2002) in 95 % der Staubbäder in Auslaufhaltung eine vollständige Ausführung inklusive Ruhen und Ausschütteln am Ende, während bei den Staubbadeaktionen in Käfighaltung das Ruhen gar nicht und ein Körperschütteln nur bei der Hälfte der Fälle festgestellt wurde. LEE (2012) konnte ein axiales Körperschütteln bei ihren Hennen in ausgestalteten Käfigen extrem selten beobachten. Sowohl LSL- als auch LB-Hennen zeigten das Körperschütteln nur im Anschluss von knapp unter 3,5 % aller Staubbadevorgänge. Dabei wurde nur axiales Körperschütteln gewertet, das innerhalb von drei Minuten nach dem Aufstehen oder Verlassen der Staubbadematte ausgeführt wurde.

### 3. Tiere, Material und Methoden

Die Studie wurde am 01. Oktober 2009 bei der Regierung von Oberbayern angezeigt und eine Ausnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 1. Satz 4 TierSchG für die Durchführung der Blutentnahmen und Euthanasie der Hennen erteilt (Geschäftszeichen: 55.2-1-54-2531.8-189-09).

Bei vorliegender Studie handelt es sich um eine Nachfolgearbeit, die auf die Dissertation von Hye-Won Lee (2012) aufbaut.

#### 3.1. Tiere

Für die Studie wurden je 20 Legehennen der Hybridlinien Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown (LB) eingestallt, die nach Angaben der Zuchtfirma beide gut für alternative Haltungsformen geeignet sind (LOHMANN TIERZUCHT GmbH, 2010). Der gemeinsame Schlupftermin aller Hennen war Donnerstag, der 24. Juni 2010. Die Hennen wurden gegen folgende Krankheiten im Aufzuchtbetrieb geimpft:

**Tab. 2: Impfprogramm während der Junghennenaufzucht laut Lieferschein**  
(Geflügelzuchtbetriebe Gudendorf-Ankum vom 27. Oktober 2010)

| Impfung gegen                 | 1.<br>Impfung | 2.<br>Impfung | 3.<br>Impfung | 4.<br>Impfung |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Marek                         | Am Schlupftag | -             | -             | -             |
| Salmonellose                  | 1. Tag        | 7. Woche      | 15. Woche     | -             |
| Infektiöse Bronchitis         | 2. Woche      | 6. Woche      | 13. Woche     | -             |
| Aviäre Influenza              | 3. Woche      | 5. Woche      | 10. Woche     | 14. Woche     |
| Infektiöse Bursitis (Gumboro) | 4. Woche      | -             | -             | -             |
| Infektiöse Laryngotracheitis  | 8. Woche      | undatiert     | -             | -             |
| Aviäre Enzephalopathie        | 11. Woche     | -             | -             | -             |

Die Aufzucht erfolgte in Käfighaltung durch die Geflügelzuchtbetriebe Gudendorf-Ankum GmbH & Co., Ankum, bis die Hennen am 27. Oktober 2010 im Alter von 18 Lebenswochen (17 Lebenswochen und 6 Tage) in den Räumlichkeiten am Stammgelände des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München eingestallt wurden. Dort wurden sie an beiden Ständern beringt, so



dass durch eine Nummerierung und individuelle Farbkombination der Ringe eine eindeutige Identifikation jedes Huhnes möglich war. Die Ausstellung erfolgte am 20. Oktober 2011.

## **3.2. Haltungsbedingungen**

### **3.2.1. Stallsystem**

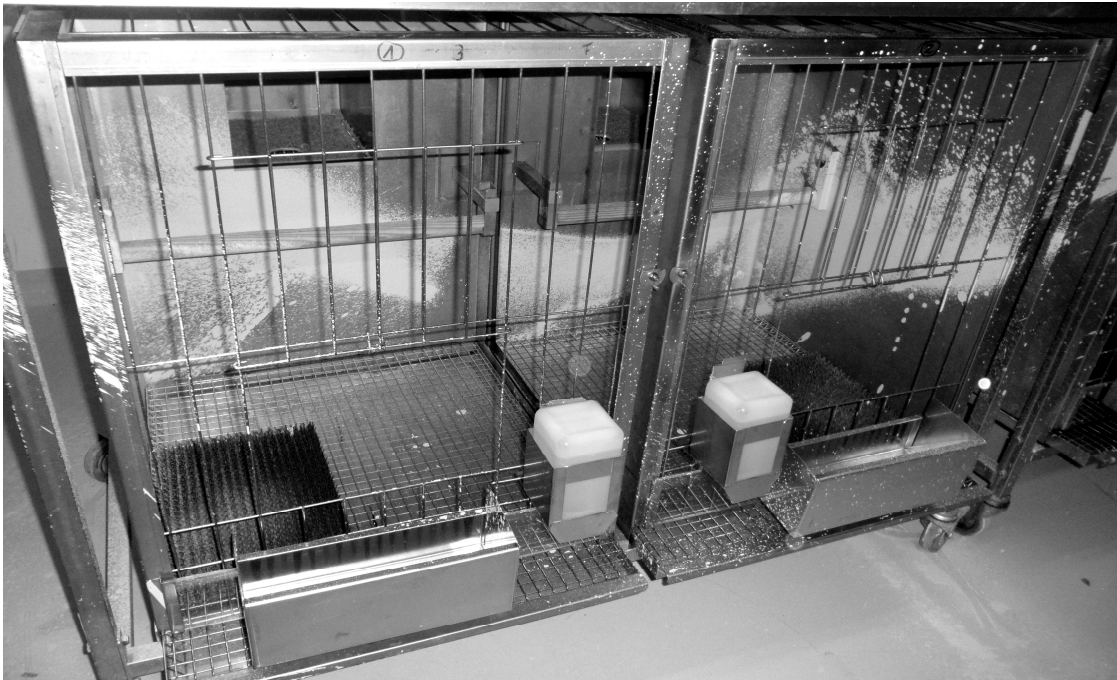
Der Stall befindet sich am Stammgelände des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Es handelte sich dabei um ausgestaltete Käfigsysteme, die unter der Bezeichnung Hühnerkäfig HÜK 125/80 von der Firma E. Becker & Co. GmbH, Castrop-Rauxel, Deutschland, hergestellt wurden. Die Käfigsysteme waren so konzipiert, dass sie bei Bedarf durch Einschieben eines Trenngitters in zwei gleich große Hälften aufgeteilt werden konnten, die dann spiegelbildlich ausgestattet waren. Von diesen Käfigsystemen wurden jeweils zwei übereinander, in zwei sich gegenübergestellten Reihen angeordnet. Ein ungeteilter Käfig wies die Maße 128 x 65 x 80 cm (B x T x H) mit einer entsprechenden Grundfläche von 8.320 cm<sup>2</sup> auf. Bei einem Besatz mit vier Hennen stand somit jeder Henne eine Fläche von 2.080 cm<sup>2</sup> zur Verfügung, während gesetzlich durch die EU-Richtlinie 1999/74/EG zum ausgestalteten Käfig mindestens 750 cm<sup>2</sup> pro Henne oder durch die TierSchNutzV (2006) zur Kleingruppenhaltung mindestens 800 cm<sup>2</sup> Fläche je Henne vorgeschrieben sind.

Der Boden bestand über die gesamte Fläche aus einem Drahtgitter, wodurch der Kot in einer Schublade aufgefangen werden konnte. An der linken und rechten Wand eines Käfigabteils war jeweils eine Staubbadematte auf dem Drahtgitter befestigt. Es handelte sich hierbei um AstroTurfPoultryPads der Firma Grass Tech S.P.R.L./B.V.B.A., Louvain-la-Neuve, Belgien, mit der Grundfläche von jeweils 25 x 37 cm (925 cm<sup>2</sup>) und einer Noppenhöhe von 15 mm.

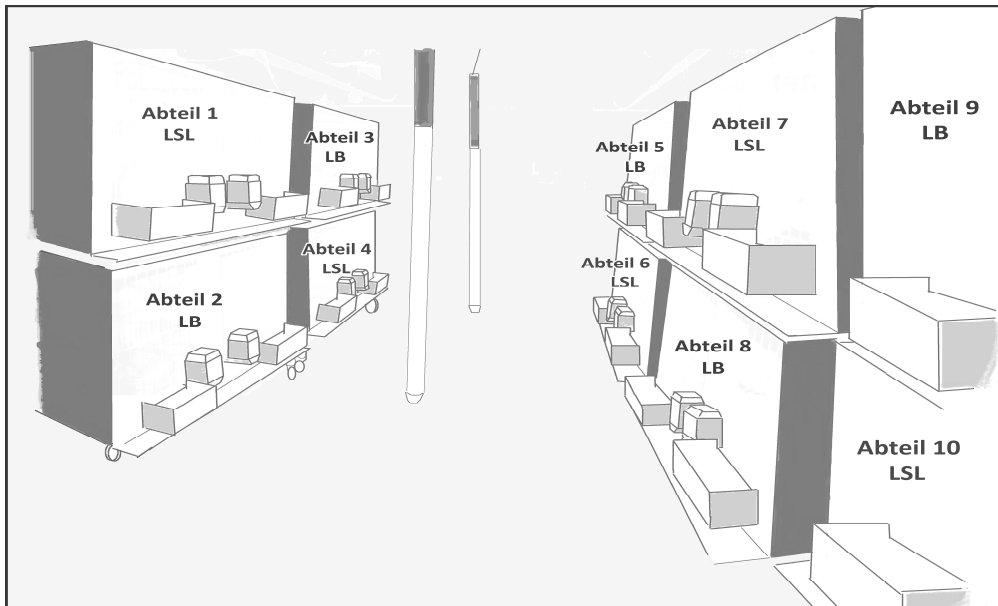
An der Rückseite der Abteile waren zwei 39,5 cm hohe Nester mit der Fläche 1.053 cm<sup>2</sup> (27 x 39 cm) eingehängt. Die Nester waren mit Kokos-Nestmatten (Kokosmatte Europa, 26 x 38 cm, Firma Siepmann GmbH, Herdecke, Deutschland) ausgelegt und über die direkt vor dem Nesteingang befindlichen Sitzstangen für die Hennen zugänglich. Diese Sitzstangen aus Holz hatten einen Durchmesser von 3,5 cm und eine Länge von jeweils 55 cm. Sie waren in einer Höhe von 39 cm und einem Abstand von 15 cm zur Wand angebracht.

Während die Rück- und Seitenwände der einzelnen Abteile aus durchgängigen Edelstahlplatten bestanden, wurde die Front durch senkrechte Gitterstäbe begrenzt. Durch diese waren die beiden außen am Abteil angehängten Futtertröge mit einer Kantenlänge von jeweils 31 cm erreichbar. Zwischen den Futtertrögen befanden sich zwei Behälter für Trinkwasser mit einem Fassungsvermögen von 1,0 l.



**Abb. 1: Fotografische Darstellung eines unbesetzten Hühnerkäfigs HÜK 125/80** (Doppelabteil, ohne Trennwand) von der Firma E. Becker & Co. GmbH, Castrop-Rauxel, Deutschland; symmetrisch ausgestaltet mit Nestern, Sitzstangen, Tränkevorrichtungen, Futtertrögen und Staubbadematten. Rück- und Seitenwände mit aufgebrachtem flüssigem Silikat (Fossil Shield® instant white, Bein GmbH, Eiterfeld, Deutschland) zur Prävention des Befalls mit der Roten Vogelmilbe.

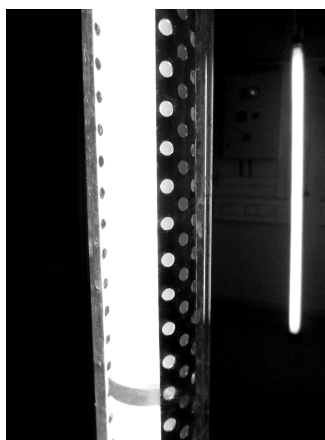
Die Verteilung der Legehennen bei der Einnistung erfolgte, indem alternierend jeweils vier LSL- und LB-Tiere zusammen eingesetzt wurden. Die Käfige wurden durchnummeriert und umbenannt in „Abteil 1“ bis „Abteil 10“.



**Abb. 2: Übersicht über die Anordnung, Bezeichnung und Belegung der ausgestatteten Käfigabteile;** dazwischen wurden die Leuchtstoffröhren der Firma Osram AG, München, Deutschland, angebracht.

#### 3.2.2. Licht

Die Lichtverhältnisse im Stall wurden durch die Lichtanlage Sunlight-Simulator SLS-1 (Firma iLOX GmbH & Co. KG, Vechta, Deutschland) reguliert. In gleichmäßigen Abständen waren zwischen den Käfigreihen im Mittelgang drei hängende Leuchtstoffröhren (Lumilux Warm White, 58 W, Firma Osram AG, München, Deutschland) installiert. Diese waren 1,15 m lang, dimmbar und mit einem Lochblech ausgestattet, das die Leuchtkörper an zwei Seiten umgab, wodurch eine in Richtung der Hennen weitgehend blendfreie Lichtausstrahlung ermöglicht wurde.



**Abb. 3: Fotografische Darstellung eines Leuchtkörpers der Firma Osram AG, München, Deutschland,** dessen Lochblech eine blendfreie Lichtausstrahlung ermöglicht.

Nach der Einstellung der Hennen wurden sowohl die Helligkeit als auch die Dauer der täglichen Hellphase bis zur 23. Lebenswoche stufenweise erhöht. Danach dauerte die tägliche Hellphase von 4:30 Uhr bis 18:00 Uhr, d. h. 13 ½ Stunden an. Vor und nach der Hellphase fand eine 30-minütige Dämmerungsphase statt.

Messungen der Beleuchtungsstärke in Lux wurden zwei Mal während der Legeperiode durchgeführt. Erstmals drei Wochen nach dem Einstellen mit der anfänglichen Einstellung der Lichtanlage von 12 % und zudem vier Wochen nach dem Einstellen, nachdem die Helligkeit auf 15 % erhöht und somit die endgültige Einstellung erreicht worden war. Bei den Messungen kam das „Sechs-Seiten-Prinzip“ zum Einsatz, bei dem pro Messpunkt sechs Messungen durchgeführt und daraus der Durchschnittswert berechnet wurde. Gemessen wurde in jeder Hälfte eines Doppelabteils an jeweils vier Punkten: Im Legenest, über den Sitzstangen, in der Käfigmitte und über den Futtertrögen.

#### **3.2.3. Luftfeuchtigkeit und Temperatur**

Klima und Luftzufuhr im Stall wurden über eine Vollklimaanlage der Firma Rosenberger geregelt, bei der die Soll-Werte eingestellt werden konnten und das Klima dann automatisch reguliert wurde, so dass nur minimale jahreszeitliche Temperaturschwankungen vorlagen. Die Zu- und Abluftmenge betrug ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h, es herrschte ein Überdruck von 20 Pa. Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden anhand eines Thermodatenloggers (LogBox RHT, Temperature and Humidity Data Logger der Firma B+B Thermo-Technik GmbH, Donaueschingen, Deutschland) stündlich aufgezeichnet und einmal monatlich digital ausgewertet.

#### **3.2.4. Fütterung**

Die Hennen wurden mit einem grob strukturierten, mehlförmigen Alleinfuttermittel der Raiffeisen Kraftfutterwerke Süd GmbH, Würzburg, Deutschland, gefüttert. Die Fütterung erfolgte in Abhängigkeit der Legeperiode in zwei Phasen. Zuerst wurde Korngold® LAM 41 eingesetzt, dessen überdurchschnittlicher Methioningehalt von 0,41% besonders für Legehennen am Beginn der Legeperiode geeignet ist. Im Juni 2011 erhielten die Hennen dann ab der 50. Lebenswoche bis zu ihrer Ausstallung Korngold® LAM 40, bei dem geringgradig weniger Energie, Protein- und Methionin enthalten war.

**Tab. 3: Inhaltsstoffe der verwendeten Futtermitteln nach Herstellerangaben der Firma Raiffeisen Kraftfutterwerke Süd GmbH, Würzburg, Deutschland**

| Inhaltsstoffe        | LAM 41 | LAM 40 |
|----------------------|--------|--------|
| Energie (ME) [MJ/kg] | 11,6   | 11,4   |
| Rohprotein [%]       | 18,0   | 17,5   |
| Methionin [%]        | 0,41   | 0,40   |
| Calcium [%]          | 3,75   | 3,80   |
| Phosphor [%]         | 0,55   | 0,50   |
| Natrium [%]          | 0,15   | 0,15   |

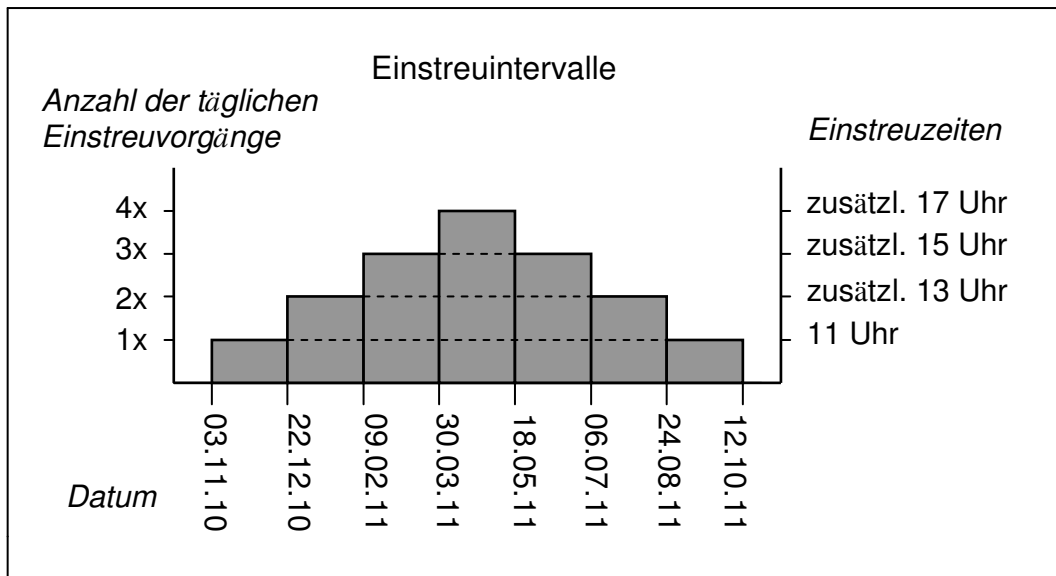
Die Hühner hatten uneingeschränkten Zugang zu den stets gefüllten Futtertrögen, die einmal wöchentlich gewogen wurden. Aus der Differenz ergab sich der Futterverbrauch, wobei davon auszugehen ist, dass diese Zahl weitgehend dem Futterverzehr entspricht, da in die Tröge ein Metallgitter eingelegt war, um Scharren und Verstreuen von Futter durch selektives Fressen zu verhindern. Ausschließlich in einem Trog fehlte dieses Gitter, so dass dieses Anteil bei der Berechnung des Futterverzehrs ausgeschlossen wurde. Im Verlauf der Studie wurden über 1600 kg Futter verbraucht.

Ab der 33. Lebenswoche bekamen die Hennen außerdem Ostrea® Grit Muschelschalenschrot der Firma Van der Endt-Louwerse B.V., Yerseke, Niederlande, zugefüttert. Die Bemessung orientierte sich an der Menge an Muschelgrit, die von den Hennen gerade noch vollständig gefressen wurde und pendelte sich nach zwei Probewochen auf 10 g Muschelgrit pro Trog an fünf Tagen in der Woche ein. Dies entspricht einer wöchentlichen Menge von 25 g Muschelgrit pro Huhn.

### **3.2.5. Einstreumanagement der Staubbadematten**

Das Anbieten von Substrat im Einstreubereich ist gesetzlich durch die TierSchNutzV (2006) vorgeschrieben und animiert die Hennen zum Staubbad. Nach einer einwöchigen Eingewöhnungszeit der Hennen an das Stallsystem wurden die Staubbadematten deshalb täglich mit Futter bestreut, wobei die Häufigkeit, wie oft an einem Tag eingestreut wurde, alle sieben Wochen variierte. So ergaben sich über das Jahr verteilt sieben Intervalle. Um den Versuchsaufbau möglichst neutral und unabhängig von anderen Faktoren zu gestalten, wurde die tägliche Einstreuhäufigkeit stufenweise von einem Mal täglich bis zum Maximum von vier Mal täglich auf- und anschließend in umgekehrter Reihenfolge wieder bis zum einmal täglichen Einstreuen abgebaut. Um 11:00 Uhr wurde immer eingestreut, weitere Einstreuvorgänge folgten im Abstand von jeweils zwei

Stunden, so dass die Matten in der Phase des vier Mal täglichen Einstreuens um 11:00, 13:00, 15:00 und 17:00 Uhr bestreut wurden. Das Einstreuen wurde jeweils manuell vorgenommen. Als Einstreusubstrat wurde das oben genannte Futter verwendet, dazu wurden 50 g pro Staubbadematte und Einstreuvorgang vorher eingewogen (Mettler PE 6 Laborwaage, Mettler Instrumente GmbH, Wien, Österreich).



**Abb. 4: Wechsel der Eintreuintervalle der Staubbadematten im siebenwöchigen Abstand**

### 3.3. Leistungsparameter

#### 3.3.1. Legeleistung

Die Legeleistung wurde für die Linien LSL und LB getrennt ab dem Tag gewertet, an dem 50 % der Hennen ein Ei legten. Dafür wurde täglich immer um dieselbe Uhrzeit (10:30 Uhr) durch manuelles Einsammeln die Anzahl der Eier jedes einzelnen Abteils erfasst. Am Ende der Untersuchung wurde daraus die Legeleistung je Anfangshenne berechnet. Da während der gesamten Legeperiode nicht eine Henne verstarb und die Mortalitätsrate somit 0,0 % betrug, entspricht die Legeleistung je Anfangshenne in diesem Fall der Legeleistung je Durchschnittshenne.

#### 3.3.2. Eigewicht

Die Eier wurden täglich direkt nach dem Einsammeln mit einer Digitalwaage gewogen (Mettler PE 6 Laborwaage, Mettler Instrumente GmbH, Wien, Österreich) und das jeweilige Einzelgewicht notiert.

#### **3.3.3. Wahl des Eiablageplatzes, verlegte Eier**

Die Nester jedes Abteils waren so nummeriert, dass beim täglichen Einsammeln der Eier festgehalten werden konnte, wie viele Eier in welches Nest gelegt worden waren. Dadurch sollte am Ende der Studie, wenn möglich, Rückschluss auf die Präferenzen der Hennen bezüglich des Eiablageplatzes gezogen werden. Auch die Zahl der verlegten, d. h. der außerhalb der Nester abgelegten Eier wurde notiert.

Durch diese Aufzeichnungen wurde nachträglich berechnet, inwieweit die Hennen eines Abteils ihre Eier täglich an denselben Stellen ablegten. Dazu wurden die Kombinationen der Eiablageplätze in einem Abteil an den Tagen ausgewertet, an denen die Legeleistung 100 % betrug. Bei vier Eiern in einem Abteil und drei möglichen Eiablageplätzen (Nest A, Nest B und verlegt) ergaben sich 15 mögliche Kombinationen der Eiablage. Jede Kombination, die in einem Abteil in mindestens 10 % aller Fälle auftrat, wurde als dominierend bezeichnet, wohingegen seltener vorkommende Kombinationen unter der Kategorie „Sonstige“ zusammengefasst wurden.

#### **3.3.4. Wind-, Knick-, Bruch- und Schmutzeier**

Täglich wurden zudem in jedem Abteil Wind-, Knick-, Bruch- und Schmutzeier erfasst. Dies geschah nach folgenden Definitionen:

- Windei: Ei, bei dem keine harte Außenschale ausgebildet ist, sondern die flüssigen Eibestandteile nur von der inneren Eihaut umgeben sind.
- Knickei: Ei mit beschädigter Schale, aber intakter innerer Eihaut, so dass kein Inhalt austritt.
- Bruchei: Ei, bei dem sowohl die Schale, als auch die innere Eihaut beschädigt sind, so dass Ei-Inhalt austreten kann oder bereits ausgetreten ist.
- Schmutzei: Ei, dessen Schale mit Kot, Blut oder anderweitig verschmutzt ist.

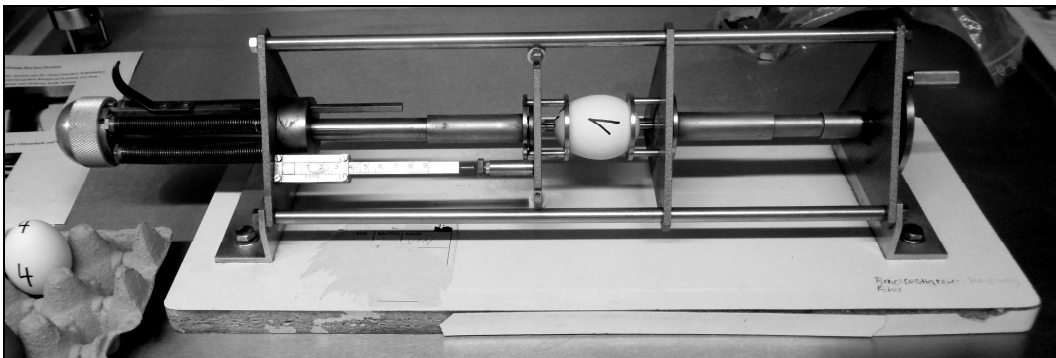
Aus arbeitstechnischen Gründen konnte die Anzahl der Schmutzeier erst ab der 32. Lebenswoche notiert werden. Einmal wöchentlich beim Misten wurde außerdem separiert notiert, wie viele Bruch Eier, meist in Form von Dottern, in den Schubladen jedes Abteils gefunden wurden.

#### **3.3.5. Bruchfestigkeit der Eier**

Einmal monatlich wurden alle Eier eines Tages einer näheren Untersuchung unterzogen. Hierbei wurde die Bruchfestigkeit und Dicke der Eischale bestimmt

und Dotterproben für eine spätere Immunglobulin Y-Messung entnommen. Die erste Untersuchung dieser Art fand in der 21. Lebenswoche der Hennen statt.

Die Bruchfestigkeit wurde mit Hilfe des Messapparates nach RAUCH ermittelt. Dieser Apparat bot eine Vorrichtung, in die das Ei waagrecht zwischen zwei Druckplatten einzuspannen war, so dass durch Kurbeln die Druckkraft einer Schraubenfeder erhöht wurde, bis die Eischale zerbrach. Mit dem Spannen der Feder wurde die Messskala so verschoben, dass die aufgewendete Kraft in Kilopond abzulesen war und multipliziert mit dem Faktor 9,81 in Newton umgerechnet werden konnte.



**Abb. 5: Messapparat nach RAUCH mit eingespanntem Ei**

#### **3.3.6. Eischalendicke**

Nach dem Aufschlagen der Eier wurde die Schale mittels einer handelsüblichen, digitalen Schieblehre (Digitale Schieblehre Digital Caliper 0-200 mm, Nord Tools GmbH, Raa-Besenbek, Deutschland) an der Äquatorialebene ohne die innere Eihaut vermessen und so die Schalendicke in Millimetern ermittelt.

### **3.4. Tiergesundheit**

#### **3.4.1. Gesundheitsproblematik und Behandlungen**

Alle Personen, die den Stall betraten, wurden zur Einhaltung der Hygienemaßnahmen angehalten. Der Zutritt wurde ausschließlich in Schutzkleidung gestattet.

#### **Milbenprophylaxe und- bekämpfung**

Um einem eventuellen Befall mit der Roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) möglichst früh und ohne chemische Mittel entgegen wirken zu können, wurden die Stallwände und Käfigabteile bereits vor dem Einstellen der Hennen



großflächig mit flüssigem Silikat (Fossil Shield® instant white, Bein GmbH, Eiterfeld, Deutschland) eingesprüht. Dabei kam eine Weißelspritze Ammer ST 6000 der Firma Siepmann GmbH, Herdecke, Deutschland, zum Einsatz. Ein Milbenbefall trat erstmals Ende Januar 2011 auf und konnte anfangs durch vermehrtes Reinigen des Stalls und wiederholtes Aufbringen von oben genanntem Silikat in Grenzen gehalten werden. Das Wirkprinzip des Silikatstaubs beruht auf den Eigenschaften trockener Staubpartikel. Die Milben stäuben sich durch ihre Aktivität selbst ein. Dabei wird die oberflächliche Wachsschicht der Milben durch die scharfkantigen Staubpartikel verletzt und die Milben trocknen aus, da der Silikatstaub zudem über eine hohe Absorptionsfähigkeit von Flüssigkeiten und Fetten verfügt.

Nach massiver Vermehrung der Roten Vogelmilbe fand im Mai und August, jeweils zwei Mal im Abstand von zehn Tagen eine Bestandsbehandlung mit dem Wirkstoff Spinosad (Elector®, Elanco Animal Health, Abt. der Lilly Deutschland GmbH, Bad Homburg) statt. Im Juli wurde zudem einmalig Propoxur (Intermitox®, InterHygiene GmbH, Cuxhaven, Deutschland) im Stall ausgebracht. Bei beiden Präparaten handelt es sich um Fraß- und Kontaktgifte, welche zu Lähmungen und Tod bei den Schadorganismen führen. Bei sachgemäßer Anwendung können die Präparate auch im belegten Stall ausgebracht werden. Dazu müssen zuvor alle Eier abgesammelt werden, Futter und Wasser dürfen nicht verunreinigt und die Hennen nicht direkt besprüht werden. Auf den Einsatz des Wirkstoffes Phoxim (ByeMite®, Firma Bayer Vital GmbH, Leverkusen), auf den zu diesem Zeitpunkt in anderen Stallungen bereits eine Resistenzentwicklung aufgetreten war, konnte dadurch verzichtet werden.

#### **Verletzungen und Kannibalismusproblematik**

Im März und Juni 2011 gab es insgesamt elf Fälle von durch Kannibalismus verursachten Verletzungen. In diesen Fällen wurden die Käfige durch das Einschieben eines Trenngitters in zwei gleich große Hälften aufgeteilt, so dass die betroffenen Hennen noch Sichtkontakt zu ihren Käfiggenossen hatten, aber räumlich separiert waren bis die Verletzungen vollständig abgeheilt waren. Dies dauerte im Durchschnitt 9,4 Tage lang.



**Abb. 6: Blutende Wunde am Ansatz der Schwanzfedern verursacht durch Kannibalismus (links) und Kamm mit zahlreichen Pickverletzungen (rechts)**

#### **Sonstige Erkrankungen**

Eine Legehennen der Hybridlinie LB zeigte ab 26. Juli 2011 plötzlich eine Atemproblematik durch Strecken des Halses mit vorgelagerter Zunge, blassem Kamm und Abmagerung auf 1,6 kg. Eine Kotprobe und ein Rachenabstrich ergaben nur einen ggr. Befall mit *E. coli* und mgr. Befall mit Enterokokken, sowie Katalase-positiven Kokken. Die parasitologische Untersuchung der beiden Proben war abgesehen von vereinzelt Kokzidienoozysten, die vermutlich von der Impfung stammten, unauffällig, eine mykologische Untersuchung verlief negativ.

Die Henne wurde zunächst vier Tage lang mit jeweils 30 mg/kg KGW Neomycinsulfat (Neomycinsulfat®, bela-pharm GmbH & Co.KG, Vechta), dann sieben Tage lang mit 80 mg/kg KGW Oxytetracyclin (Ursocyclin®-Pulver 20%, Serumwerk Bernburg, Bernburg) und abschließend sechs Tage mit 6 mg/kg KGW Colistinsulfat (Colistinsulfat 100 %, k. A.) per os behandelt, wobei sich der Zustand nicht wesentlich änderte. Die Eier wurden während der Behandlungs- und Wartezeit ordnungsgemäß entsorgt. Aufgrund der verstärkten Symptome und der Stressanfälligkeit während des Handelns der Henne wurde im Juli und August auf eine Blutentnahme verzichtet, außerdem wurde diese Henne im September nicht bonitiert.

Da sich das Gewicht der Henne wieder ein wenig stabilisierte und keine Verschlechterung des Allgemeinbefindens festgestellt und daher nicht von erheblichem Leiden ausgegangen werden konnte, wurde das Tier nur verstärkt beobachtet und erst drei Tage vor dem offiziellen Ausstellungstermin euthanasiert, um ihm den Transportstress zu ersparen und es einer

pathologischen Untersuchung unterziehen zu können. Dadurch konnten bis auf die Messung der Knochenbruchfestigkeit bei dieser Henne keine weiteren post-mortalen Parameter, wie sie bei den übrigen Hennen untersucht worden waren, erhoben werden. Bei der anschließenden Sektion beim Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. wurde lediglich eine ggr. katarrhalische Sinusitis diagnostiziert. Es waren während der gesamten Studie keine Verluste zu verzeichnen.

### 3.4.2. Bonitur

Ein Mal im Monat, zeitnah zur Eiuntersuchung und der Blutentnahme, wurden alle Tiere bonitiert und bezüglich des Gefiederzustandes, der Fußgesundheit und auf Verletzungen untersucht. Zudem wurde der Zustand des Brustbeins durch Palpieren bewertet. Das Benotungsschema basierte dabei auf dem Scoring-System des europäischen Forschungsprojekts LayWel zum Wohlergehen von Legehennen.

**Tab. 4: Übersicht zum Boniturschema nach LAYWEL (2006)**

| Note | Gefieder  | Verletzungen          | Brustbein           | Fußballen & Zehen                                  |                          |
|------|---|-----------------------|---------------------|--|--------------------------|
|      |   |                       |                     | Läsionen   | Hyperkeratose            |
| 4    | Sehr gut, vollständig   | -                     | -                   | Keine  | -                        |
| 3    | Haut nahezu komplett mit Federn bedeckt, Kahlstelle < 5 cm <sup>2</sup> , Schwingen und Schwanz je 6-10 Federn beschädigt | -                     | -                   | Geringgradig, oberflächlich                        | -                        |
| 2    | Kahlstellen > 5 cm <sup>2</sup> , bis 75% federlos, Schwingen 11-15, Schwanz 9-12 Federn beschädigt                       | Frisch, blutig        | Starke Deformation  | Läsionen > 2 mm, geringe Schwellung                | -                        |
| 1    | Gravierende Gefiederschäden, überwiegend kahl (>75%) bis komplett federlos, Schwingen >16, Schwanz > 13 Federn beschädigt | Verschorft, abheilend | Geringe Deformation | Hochgradige Läsion, Schwellung von dorsal sichtbar | Mittel- oder hochgradig  |
| 0    | -   | Keine Verletzungen    | O.b.B.              | -  | O.b.B. oder geringgradig |



**Abb. 7: Hyperkeratose (Note 1) und Läsion an einer Zehe (Note 2) links, Läsion am Fußballen (Note 2) rechts**



**Abb. 8: Beispiele für die Benotung nach LayWel**

Für die Auswertung wurden die Boniturdaten von jeweils vier aufeinanderfolgenden Untersuchungen zusammengefasst, so dass das Jahr in drei Untersuchungszeiträume unterteilt wurde.

Im Zuge der monatlichen Bonitierung wurden zudem alle Hennen gewogen und die Krallenlänge gemessen. Da keine ausreichenden Vorrichtungen zum Krallenabrieb in den Käfigen angebracht waren, musste den Hennen während der Laufzeit der Studie die Krallen manuell mit einer Krallenschere gekürzt werden. Dies geschah bei allen LSL-Hennen im Anschluss an die Untersuchungen in der 36. und 57. Lebenswoche. Bei den LB-Hennen genügte es, die Krallen nur einmal in der 57. Lebenswoche zu kürzen.

#### 3.4.3. Gewinnung der Blutproben

Einmal monatlich, stets an dem Tag, an dem auch die Eier untersucht wurden, wurde den Hennen Blut vorzugsweise aus der *Vena jugularis dextra* oder bei Bedarf aus der *Vena ulnaris* entnommen. Pro Huhn wurden etwa zwei 4,5 ml-Serum-Röhrchen (Serum Gerinnungsaktivator Probenröhre, SARSTEDT AG & Co, Nümbrecht) und 0,5 ml in ein EDTA-Röhrchen (Hämatologie Kalium-EDTA Probenröhre, SARSTEDT AG & Co, Nümbrecht) gefüllt. Das gerinnungsfördernde Granulat wurde zuvor aus den Serum-Röhrchen entfernt.



**Abb. 9: Blutentnahme aus der *Vena jugularis* (links) und aus der *Vena ulnaris* (rechts)**

Während die Blutproben aus den Serum-Röhrchen bei einer RZB (Relative Zentrifugalbeschleunigung) von 4654 g 10 min zentrifugiert (Standzentrifuge Multifuge 4 KR Haraeus, Thermo Scientific, Langenselbold, Deutschland) das überstehende Serum abpipettiert und im Verhältnis 1:10 mit PBS verdünnt in Eppendorfer-Cups bei -20 °C tiefgefroren wurde, wurde das Blut aus den EDTA-Röhrchen sofort für die Messungen der Parameter Hämatokrit und Hämoglobin



verarbeitet. Bei einigen Proben kam es zur Hämolyse, andere gelatinisierten, so dass vereinzelt keine auswertbaren Ergebnisse erzielt werden konnten.

#### **3.4.4. Hämatokrit**

Für die Messung des Hämatokrits wurde das Vollblut aus den EDTA-Röhrchen herangezogen. Dieses mit Antigerinnungsmitteln versehene Blut wurde in Kapillaren (Mikro-Hämatokrit-Kapillaren, Brand GmbH + Co KG, Wertheim) eingesogen und für drei Minuten bei einer RZB (Relative Zentrifugalbeschleunigung) von 6080 g zentrifugiert (Mikroliterzentrifuge MIKRO 22 R, Andreas Hettich GmbH & Co.KG, Tuttlingen, Deutschland). Anschließend wurde das Verhältnis zwischen dem Plasma, d. h. dem flüssigen Überstand, und der roten Phase mit den schwereren zellulären Blutbestandteilen anhand einer speziellen Schablone abgelesen und so der Hämatokrit in Prozent ermittelt.

#### **3.4.5. Hämoglobin**

Für die Bestimmung des Hämoglobins wurde ebenfalls Blut aus den EDTA-Röhrchen verwendet. Hierbei wurde das Blut im Verhältnis 1:250 mit einer Hämoglobin-Reaktionslösung (Hämoglobin FS, DiaSys Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Deutschland) vermischt und in Küvetten in ein Spektralphotometer (Genesys 10S UV-Vis, Thermo Scientific, Madison, USA) eingesetzt. Eine Küvette, in der sich nur reine Reaktionslösung ohne Blutbeimengung befand, diente als Leerwert. In den anderen Küvetten oxidierte das Hämoglobin der Proben erst mit dem in der Reaktionslösung enthaltenen Kaliumhexacyanoferrat zu Hämoglobin (Methämoglobin) und wurde anschließend durch Kaliumcyanid in Cyanhämoglobin (Hämoglobincyanid) überführt. Bei einer Wellenlänge von 546 nm wurden dann photometrisch die proportional zum Hämoglobingehalt vorliegenden Extinktionen der Küvetten bestimmt. Der Leerwert galt dabei als Referenz für die Messung der Proben, indem seine Extinktion als Nullwert gespeichert wurde. Durch Multiplikation der Extinktion mit dem Faktor 22,8 konnte die Hämoglobinkonzentration in mmol/l errechnet werden

#### **3.4.6. Calcium und Phosphor**

Der Gesamtcalcium- sowie der Phosphorgehalt wurden ebenfalls durch einen photometrischen Farbtest am vollautomatischen Analysensystem Olympus AU400 (Olympus Diagnostica GmbH, Hamburg) untersucht. Als Probenmaterial diente hier Blutserum.

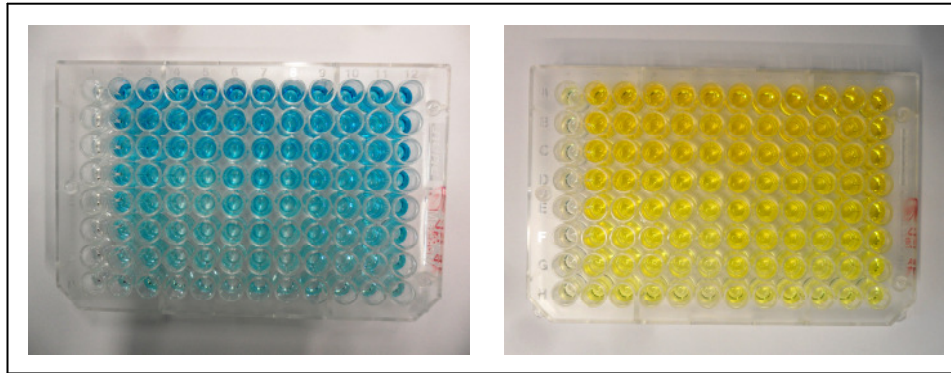
Die Calciummessung basierte auf dem violett gefärbten Komplex, den ionisiertes Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) durch Zugabe der Testreagenzien (Imidazol und 0,1-0,2 %iges Arsenazo III) bildet. Die Absorption des Reaktionsgemisches wurde bei einer Wellenlänge von 660/700 nm bichromatisch gemessen. Die Messung des anorganischen Phosphors erfolgte durch dessen Reaktion mit Molybdat und anschließender Komplexbildung, deren Absorption bei 340/380 nm gemessen wurde.

#### **3.4.7. Gewinnung der Dotterproben**

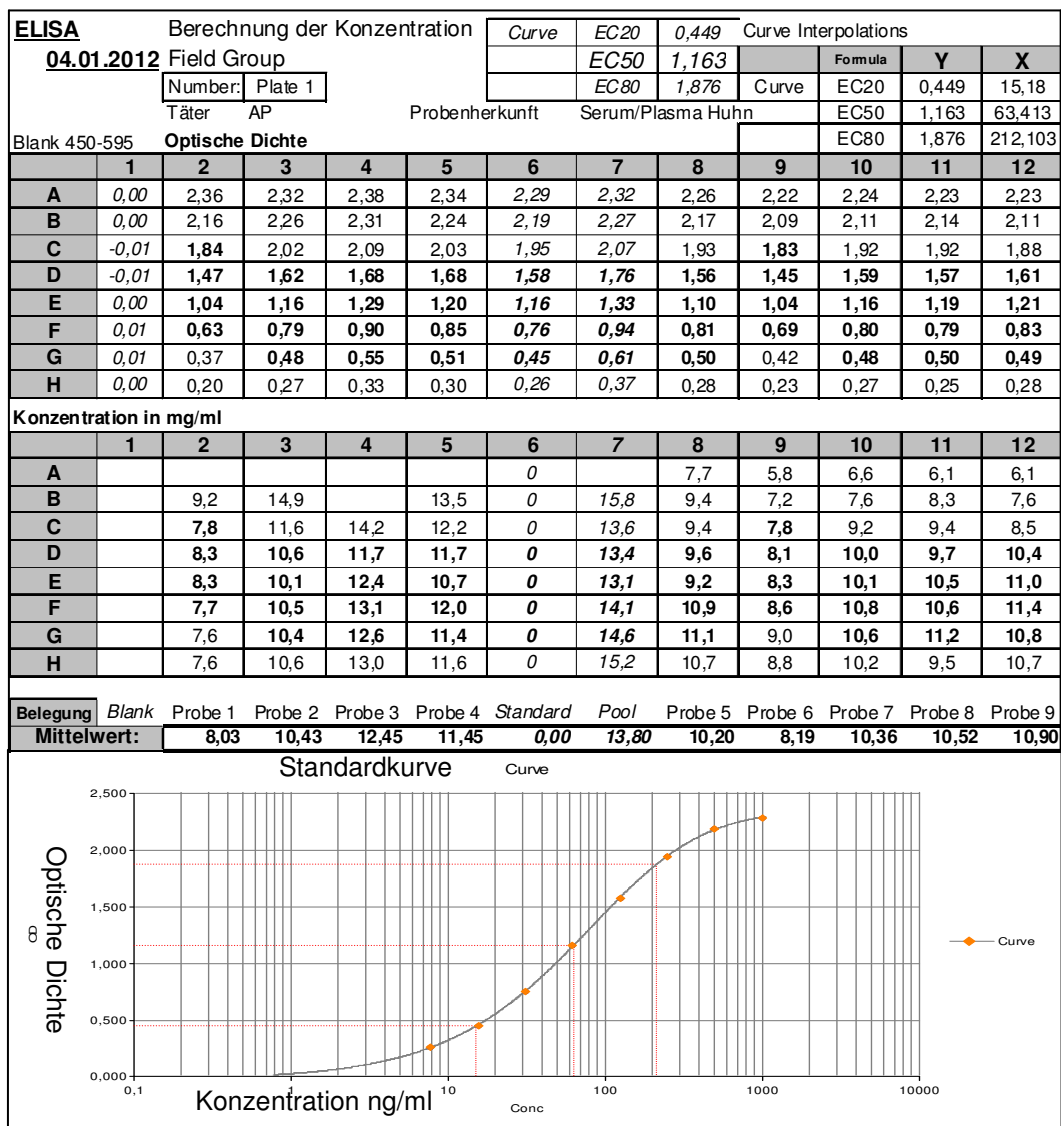
Die Dotterproben wurden einmal im Monat von den Eiern genommen, an denen zuvor bereits die Bruchfestigkeit und Schalendicke gemessen worden war. Von jedem Ei wurde mit sterilen Spritzen (Einwegspritzen Tuberkulin, Luer 2-teilig 1ml, Henry Schein Inc., Melville, USA) 0,4 ml Dotter entnommen und mit 3,6 ml PBS (phosphatgepufferte Kochsalzlösung) vermischt, so dass eine 1:10-Verdünnung entstand. Schließlich wurden die Proben bis zur Messung des IgY-Gehalts bei -20°C tiefgefroren.

#### **3.4.8. Bestimmung der IgY-Konzentration**

Um den Immunglobulin Y-Gehalt im Serum und Dotter zu bestimmen, wurde die ELISA-Methode nach ERHARD et al. (1992) angewandt. Dabei wird nach dem Sandwich-Prinzip vorgegangen, d. h. die Platten werden mit einem Anti-Huhn IgY-Antikörper (Anti-Chicken IgY antibody produced in rabbit, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim) beschichtet, an den das Hühner-IgY aus den Proben bzw. dem sog. Standard bindet. Anschließend wird Konjugat, d. h. ein zweiter Antikörper, zugegeben, der wiederum auch an das Hühner-IgY bindet und zudem an das Enzym Peroxidase gekoppelt ist. Dieses Enzym setzt das im nächsten Schritt hinzukommende Substrat Tetramethylbenzidin um, so dass eine Farbreaktion katalysiert wird. Nach einer vorgegebenen Zeit wird die Reaktion durch 1 molare Schwefelsäure gestoppt. Abschließend wird die Farbintensität jeder Probe und des Standards in einem ELISA-Reader (Gen5™ 1,07 der Firma BioTek Instruments, Inc., Vermont, USA) photometrisch bei einer Wellenlänge von 450 nm gemessen. Mit Hilfe der gleichnamigen Software wird die Standardkurve ermittelt und aus den Werten der in einer log<sub>2</sub>-Verdünnungsreihe aufgetragenen Proben die Ursprungskonzentration des Hühner-IgY in den Serum- oder Dotterproben im linearen Bereich der Standardkurve berechnet.



**Abb. 10: ELISA-Platte nach Zugabe von Tetramethylbenzidin und Bildung des instabilen blauen Farbkomplexes (links) und nach Abstoppen der Reaktion mit Schwefelsäure und Bildung des stabilen gelben Farbkomplexes (rechts)**

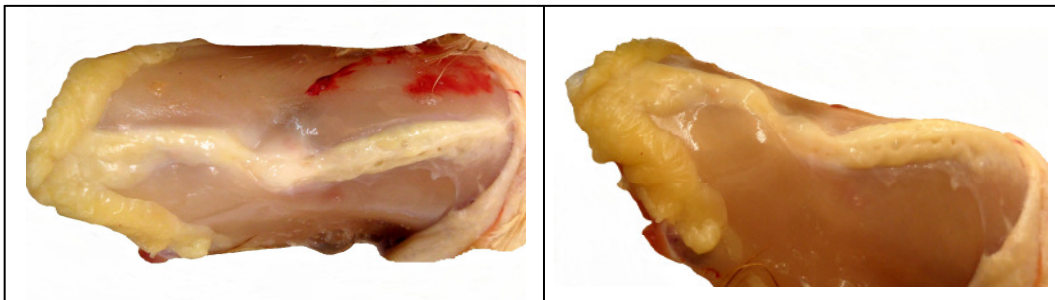


**Abb. 11: Ausgabe der photometrischen Werte, Rückrechnung auf die Ursprungskonzentration und Standardkurve**

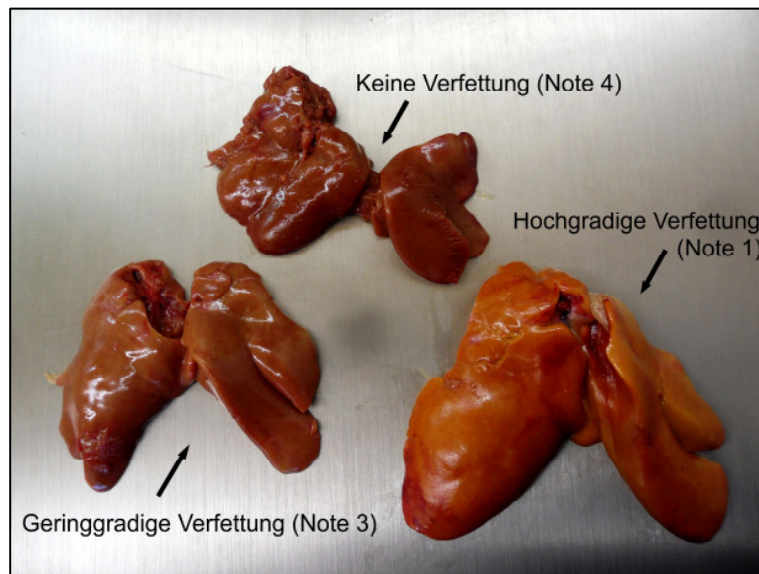


#### 3.4.9. Postmortale Untersuchungen

Alle Hennen wurden nach der Ausstellung am 20. Oktober 2011 in der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung (LVFZ) in Kitzingen mittels Kopfschlag betäubt und durch sofortigen Blutentzug getötet und direkt im Anschluss einer Untersuchung unterzogen. Dabei wurden die Hennen auf Brustbeindeformationen hin untersucht, der Verfettungsgrad der Leber beurteilt und das Gewicht von Milz und Leber erfasst.



**Abb. 12: Fotografische Darstellung eines ausgelösten, stark deformierten Brustbeins, Note 2 (links Ventralansicht, rechts Lateralansicht)**



**Abb. 13: Lebern mit unterschiedlichem Verfettungsgrad**

Zudem wurden bei jeder Henne beidseits die Oberarm- (*Humeri*) und Schienbeinknochen (*Tibiae*) ausgelöst und von Muskel- und Sehnenresten und Knochenhaut befreit. Bei den Schienbeinen (*Tibiae*) wurde darüber hinaus sichergestellt, dass der Wadenbeinknochen (*Fibula*) entfernt worden war, um beim späteren Brechen in der Materialprüfmaschine nicht fälschlicherweise eine höhere Stabilität vorzugeben. Bis zur weiteren Untersuchung wurden die

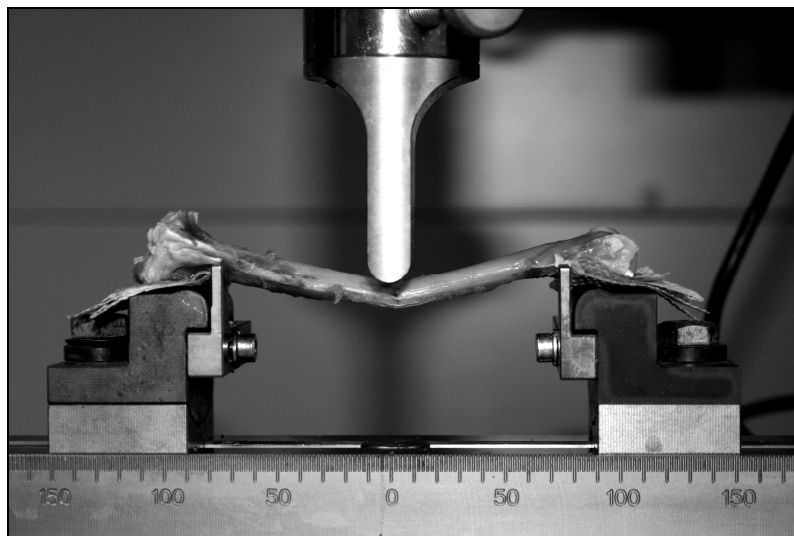
Knochen dann mit NaCl-getränktem (0,9 %ig, physiologische Kochsalzlösung) Zellstoff umwickelt und bei -20°C tiefgefroren.

#### 3.4.10. Knochenbruchfestigkeit

Die Ermittlung der Bruchfestigkeit der Knochen wurde mit Hilfe der Materialprüfmaschine „Z005“ der Firma Zwick/Roell (Zwick GmbH & Co. KG, Ulm, Deutschland) durchgeführt und mit der Mess- und Prüfsoftware „testXpert V 11,0“ des selben Herstellers ausgewertet.

Die Knochen wurden etwa 36 Stunden vor der Messung aus der Tiefkühltruhe in einen Kühltank umgelagert. Bei allen Knochen wurden Länge, Breite und Höhe mit einer Schieblehre (Digital Caliper 0-200 mm, Nord Tools GmbH, Raabesbek, Deutschland) gemessen.

Anschließend wurden die Knochen in der Prüfmaschine positioniert, die eine Drei-Punkt-Biegevorrichtung darstellte. D. h. die Knochenenden wurden beidseits auf Probenauflegeblöcke gelegt, so dass der Prüfbolzen von oben mittig auf die Knochen traf und mit zunehmender Kraft darauf einwirkte, bis die Knochen nachgaben und brachen. Die dafür benötigte Kraft wurde in Newton angegeben.



**Abb. 14: Messung der Bruchfestigkeit eines linken Schienbeinknochens.**

Die Knochen wurden so aufgelegt, dass die Gelenkknorren (*Condyl*) dabei stets nach rechts unten zeigten. Die Auflageblöcke waren bei den Oberarmknochen auf einen Abstand von 40 mm und bei den Schienbeinknochen auf einen Abstand von 90 mm eingestellt. Gebrochen wurden die Knochen, immer alternierend Oberarm- und Schienbeinknochen, sowie rechte und linke Seite nach zwei unterschiedlichen Methoden: Einer Münchner Methode, im Folgenden Muc-Prüfvorschrift genannt und dem Biegeversuch an Holz nach DIN 52186.

Bei der am Lehrstuhl für Tierschutz der LMU München etablierten Methode fuhr der Prüfbolzen mit einer Vorkraft von 5 N, einer Vorkraft-Geschwindigkeit von 50 mm/min und nach dem Auftreffen auf den Knochen mit einer sog. Prüfgeschwindigkeit von 30 mm/min herab.

Bei dem DIN-genormten Biegeversuch an Holz wurde dagegen eine Prüfgeschwindigkeit des Bolzens von 80 mm/min voreingestellt.

## **3.5. Verhaltensbeobachtung**

In jedem Käfigabteil wurde eine Kamera so installiert, dass möglichst das gesamte Doppelabteil überblickt werden konnte. Es handelte sich um Farbkameras des Typs VTC-E220IRP mit integrierten Infrarot-LED-Scheinwerfern (Santec Security Solutions/Sanyo Video Vertrieb AG, Ahrensburg, Deutschland). Die Durchsicht des Filmmaterials erfolgte über die Software der Firma Indigo Vision Inc., Edison, USA, Version „3.16 build 9“. Bezogen wurden sowohl die Kameras als auch die Software über die Firma Ippi GmbH, München. Während der gesamten Legeperiode wurden im wöchentlichen Abstand 48-stündige Videoaufzeichnungen angefertigt. Davon wurden am Ende der Legeperiode die Aufnahmen aus der zweiten und siebten, also letzten Woche eines jeden der sieben Einstreuintervalle ausgewertet. Aus technischen Gründen gab es vereinzelt Käfigabteile, die in einem bestimmten Intervall nicht gefilmt und ausgewertet werden konnten.

Die Verhaltensbeobachtung sollte schwerpunktmäßig die Erstellung eines Aufenthalts- und Aktivitätsprofils der Hennen in Abhängigkeit von der Tageszeit ermöglichen, sowie näheren Aufschluss zur Inanspruchnahme der gegebenen Ressourcen und dem Staubbadeverhalten liefern. Dies erfolgte in Anlehnung an die Vorgaben eines Verbundprojekts zur „Weiterentwicklung und Optimierung der Kleingruppenhaltung für Legehennen“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV/BLE).

Die Videoauswertungen erfolgten nach den Recording methods der englischen Verhaltensbiologen MARTIN und BATESON (1993).

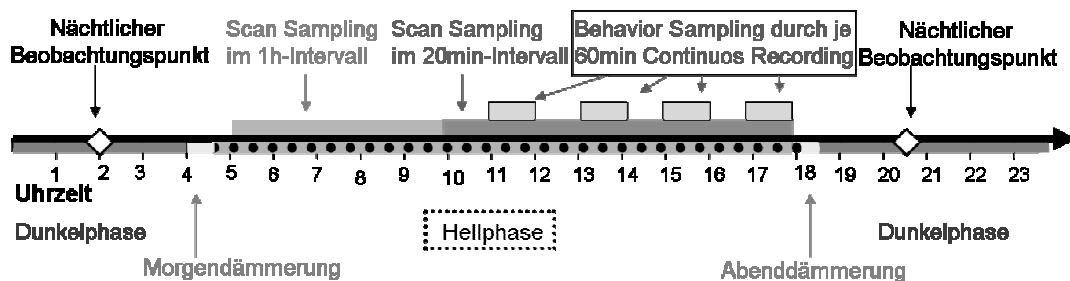
### **3.5.1. Aufenthalts- und Aktivitätsprofil**

Für die Auswertung waren bestimmte Zeitpunkte festgelegt worden, an denen das Verhalten jeder Henne durch Zählen erfasst wurde, d. h. es wurden die Regeln des Scan Samplings genutzt. Die Intervalle richteten sich hierbei nach der Tageszeit.

In der Dunkelphase wurde an zwei Zeitpunkten ausgewertet. Dies geschah zwei Stunden nach Beginn (20:30 Uhr) und zwei Stunden vor dem Ende der Dunkelphase (2:00 Uhr).

Während der Hellphase, der Phase zwischen den beiden Dämmerungen, in der das Licht also vollständig an war, wurde zu jeder vollen Stunde ausgewertet, wobei der erste Beobachtungszeitpunkt 30 min nach Beginn der Hellphase, also um 5:00 Uhr und der letzte um 18:00 Uhr war. Während der Hauptstaubbadezeit von 10:00 bis 18:00 Uhr fanden die Untersuchungszeitpunkte im 20-minütigen Intervall statt.

Somit ergaben sich insgesamt 32 Beobachtungszeitpunkte in 24 Stunden, davon 30 in der Hellphase.



**Abb. 15: Zeitlicher Ablauf und Beobachtungszeitpunkte an einem Tag mit viertägigem Einstreuintervall**

Zu jedem Beobachtungszeitpunkt wurde getrennt nach Abteilen die Anzahl der Hennen erfasst, die sich auf dem Gitterboden, auf einer der Staubbadematten, auf den Sitzstangen oder in einem der Nester aufhielten. Zudem wurde notiert, wie viele Hennen in diesem Moment aus einem der Tröge fraßen, Futter von der Sandbadematte pickten, tranken, Körperpflege betrieben oder Staubbadeverhalten sowie Körperpicken zeigten. Diese Angaben wurden in der späteren Auswertung teilweise zusammengefasst und bestimmten Funktionskreisen zugeordnet.

**Tab. 5: Zusammenfassung und Definition beobachteter Verhaltensweisen**

| Verhalten        | Funktionskreis nach Fölsch (1981) | Definition   |
|------------------|-----------------------------------|--|
| Körperpflege     | Komfortverhalten                  | Reinigen und Säubern des Gefieders mit dem Schnabel oder den Krallen   |
| Staubbaden       | Komfortverhalten                  | Vertikales Flügelschlagen, aber auch Drehen um die eigene Körperachse, Reiben von Kopf und Körper auf der Seite, Aufbringen von Substrat ins Gefieder und ggf. abschließende Ruhephase sowie Schütteln |
| Nahrungsaufnahme | Nahrungsaufnahmeverhalten         | Fressen aus den Trögen, Scharren im Zusammenhang mit Picken und Fressen von den bestreuten Sandbadmatten sowie Trinken   |
| Körperpicken     | Negatives Sozialverhalten         | Hacken oder Picken nach verschiedenen Körperteilen einer anderen Henne (z. B. Kopf, Kamm, Kloake), aber auch das gezielte Picken nach Federn ohne/mit Herausziehen derselben                           |

Vereinzelt konnten an einem Beobachtungszeitpunkt nicht alle Hennen gesehen und somit nicht beurteilt werden. Aus Gründen der schwarz-weißen Bildqualität im abgedunkelten Stall betraf dies öfter die braunen LB-Hennen.

### 3.5.2. Inanspruchnahme der gegebenen Ressourcen

Die Erstellung des Aktivitätsprofils kann evtl. einen Rückschluss auf das Verhalten der Hennen unter Berücksichtigung von Besatzdichte und Ressourcenangebot ermöglichen. Hierzu wurde aus den wie oben genannt erhobenen Daten ausgewertet, wie die Nutzung der Futtertröge, Staubbadmatten und Sitzstangen erfolgte. Konkrete Fragestellungen waren beispielsweise wie viele Hennen gleichzeitig aus einem Trog fraßen, sich eine Sitzstange teilten oder sich zusammen in einem Nest befanden. Das Verhältnis Tier zu Ressource betrug 2:1, d. h. je zwei Hennen mussten sich theoretisch jeweils eine Ressource teilen.

#### **3.5.3. Staubbadeverhalten**

Ebenfalls nach den Regeln von MARTIN und BATESON (1993) wurde im Behaviour Sampling ein bestimmter Verhaltenstyp, hier das Staubbaden auf den dafür vorgesehenen Matten, aller Hühner beobachtet. Dies geschah ab dem Zeitpunkt des Einstreuens der Staubbadematten durch eine jeweils einstündige, kontinuierliche Analyse der Videos („Continuous Recording“).

Damit ein Verhalten als Staubbaden gewertet wurde, musste ein dafür typisches Verhaltenselement wie das vertikale Flügelschlagen zu erkennen sein. Es wurde für jeden Staubbadevorgang auf den Matten die Dauer inklusive dem Scharren vor dem Niederlegen, ggf. einem kurzem Aufstehen und Drehen um die eigene Körperachse und Ruhephasen dazwischen oder im direkten Anschluss an das Staubbaden erfasst. Darüber hinaus wurde notiert, wenn die Hennen ihr Staubbad aufgrund von Störungen unterbrachen oder vorzeitig beendeten. Hierfür wurden verschiedene Ursachen, wie z. B. Erschrecken, das Bepicken oder Verdrängen durch andere Hennen oder das Abkommen von der Matte definiert. Neben dem Auslöser wurden auch die Anzahl und die Gesamtdauer aller Unterbrechungen eines Staubbadevorganges festgehalten. Unterbrechungen wurden definiert als ein kurzfristiges Einstellen und dann Wiederaufnehmen der Staubbadeaktivität aufgrund störender Einflüsse von außen, ohne dass die Matte verlassen wurde. Ein Staubbad galt als beendet, wenn sich eine Henne erhob und die Matte verließ oder sich eindeutig einer anderen Beschäftigung zuwandte (z. B. Körperpflege, Fressen) und das Staubbaden nicht mehr aufnahm. Zeigte eine Henne innerhalb von sieben Minuten nach der Beendigung des Staubbades das in der Natur übliche axiale Körperschütteln (Abschlusschütteln), so wurde dies gesondert notiert.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Untersuchung, ob und inwieweit die oben genannten Faktoren von der täglichen Einstreuhäufigkeit oder der Einstreuzeit beeinflusst wurden.

**Tab. 6: Ursachen für die Unterbrechung oder vorzeitige Beendigung eines Staubbades**

| Bezeichnung der Störung | Definition  |
|-------------------------|---|
| Be-/weggepickt          | Die staubbadende Henne wird von einer anderen Henne bepickt oder an den Federn gezogen, so dass sie das Staubbad unterbricht oder beendet.  |
| Be-/verdrängt           | Die staubbadende Henne wird von einer anderen Henne so bedrängt, so dass sie das Staubbad unterbricht oder wird von der Staubbadematte gedrängt, so dass sie das Staubbad beendet.  |
| Indirekte Störung       | Ohne dass Körperkontakt entsteht, scheint die Anwesenheit oder das frontale Zuschreiten einer Henne auf das staubbadende Tier die Unterbrechung oder Beendigung des Staubbades zu bewirken.<br><i>Dabei kommt der subjektive Eindruck der auswertenden Person zum Tragen – da dieses Phänomen aber ausgeprägt zu beobachten war, wurde beschlossen, es dennoch zu werten.</i> |
| Erschrocken             | Die staubbadende Henne unterbricht oder beendet das Staubbad, weil sie erschrickt.  |
| Von der Matte gerutscht | Eine Henne kommt während des Staubbadens von der Matte ab und gelangt innerhalb von einer Minute nicht wieder darauf, sondern badet auf dem Gitter weiter. Als Ende wird der Zeitpunkt des Verlassens der Matte gezählt.  |

### 3.6. Statistische Auswertung

Alle Daten wurden zunächst mit der Computer-Software Microsoft Excel® 2003 der Firma Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA erfasst und dann mit der Software IBM SPSS Statistics 19 (SPSS Inc., an IBM Incompany, Chicago) analysiert und graphisch dargestellt. Die Auswertung wurde mit Hilfe des Statistischen Beratungslabors (STABLAB) der LMU München unter der Leitung von Prof. Dr. Helmut Küchenhoff durchgeführt.

Als signifikant galten Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte), die kleiner als 0,05 waren, als hochsignifikant, Werte unter 0,001.

In allen Fällen, bei denen von ein und derselben Henne Mehrfachmessungen bestimmter Parametern vorlagen, wurden gemischte Modelle mit randomisiertem Intercept angewendet. Dadurch konnte die Korrelation von Daten eines Subjekts im zeitlichen Verlauf berücksichtigt werden. Als Subjekt wurden entweder die einzelnen Hennen oder aber die Abteile, d. h. immer vier Hennen zusammen, gewählt. Ersteres war der Fall bei Werten, die eindeutig einer bestimmten Henne zuzuordnen waren, wie z. B. sämtliche Blutwerte, Boniturdaten, das Körpergewicht und die Krallenlänge. Die Auswertung nach Abteilen wurde vorgenommen, wenn die Parameter nicht explizit einer Henne zugeordnet werden konnten, d. h. bei allen Eier-bezogenen Daten (Eigewicht, Bruchfestigkeit, IgY-Gehalt im Dotter,...), dem Futterverbrauch sowie bei sämtlichen Verhaltensparametern.

Bei allen normalverteilten Ergebnissen (z. B. Körpergewicht, Werte der Blut- und Eieruntersuchungen, Staubbadedauer) kam ein lineares gemischtes Modell (LMM) zum Einsatz.

Bei den übrigen, nicht normalverteilten Parametern, wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell (GLMM) angewandt. Dabei musste zwischen verschiedenen Verteilungstypen differenziert werden. So wurden Parameter mit zwei möglichen Merkmalsausprägungen (z. B. Hyperkeratose der Fußballen, Note 0 oder 1, oder Staubbade-Vorgänge mit oder ohne Abschlussschütteln) mittels einer binären logistischen Regression ausgewertet, während bei Parametern mit mehr als zwei möglichen Kategorien (z. B. palpatorischer Brustbeinzustand mit Note 2, 3 oder 4, verschiedene Ursachen für Unterbrechungen oder für vorzeitige Beendigungen eines Staubbades) die multinomiale logistische Regression zum Einsatz kam.

Bei den ursprünglich von 1 bis 4 abgestuften Noten bezüglich des Gefiederzustands mussten für die Berechnung einer Signifikanz jeweils zwei



Noten zusammengefasst werden, da die Noten zwischen den einzelnen Untersuchungszeiträumen so stark variierten, dass eine multinomiale Auswertung unmöglich war. Also wurden jeweils die Noten 1 und 2 (schlechter Gefiederzustand) und die Noten 3 und 4 (guter Gefiederzustand) zusammengefasst und im Anschluss daran ebenfalls durch ein GLMM mit binärer logistischer Regression ausgewertet. Auch die im Rahmen der Bonituruntersuchungen erhobenen Daten zu Verletzungen wurden nicht zwischen alt-abheilenden und frisch-blutigen unterschieden, sondern es wurde hier lediglich eine Signifikanz zwischen verletzten und nicht verletzten Hennen berechnet.

Zählraten (z. B. Verhaltensdaten bezüglich des Aufenthaltsortes, Ressourcennutzung, Tagesprofil verschiedener Verhaltensweisen, Anzahl der Staubbadvorgänge) wurden dagegen durch eine Poisson-Verteilung beschrieben.

Die Auswertung ordinaler Daten, bei denen keine Mehrfachmessungen vorlagen (Verfettungsgrad der Leber und optische Benotung des Brustbeins post-mortem) erfolgte durch ein ordinales Regressionsmodell, wobei auf jedes Tier einzeln Bezug genommen werden konnte.

Für den direkten Vergleich zwischen den beiden Legelinien kamen bei allen normalverteilten Messgrößen, die ebenfalls nur einmal post-mortem ermittelt worden waren, wie Leber- und Milzgewicht sowie Knochenmaße und -bruchfestigkeit, ungepaarte t-Tests zum Einsatz.

Ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Futterverbrauch aus den Trögen und der Menge eingestreuten Futters auf die Staubbadematten wurde anhand einer univariaten Varianzanalyse, einem linearen Modell, untersucht.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Haltungsbedingungen

#### 4.1.1. Licht

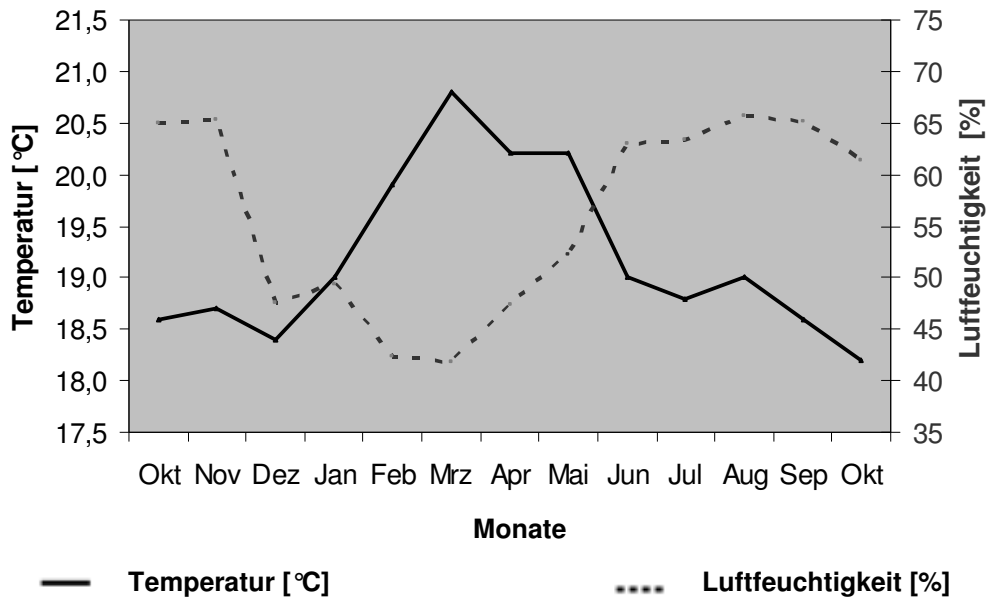
Unter Einbezug aller Messpunkte betrug die durchschnittliche Beleuchtungsstärke im Stall bei Einstellung einer Beleuchtungsintensität von 15 % ab der 23. Lebenswoche 2,5 Lux ( $\pm$  SEM 0,15). Die Durchschnittswerte, die mithilfe des „Sechs-Seiten-Prinzips“ ermittelt wurden, variierten zwischen den unterschiedlichen Messpunkten sehr stark. Die höchsten Durchschnittswerte lieferten jeweils die Messungen über den Futtertrögen (5,1 Lux  $\pm$  SEM 0,44). Bezog man die mit Abstand niedrigsten durchschnittlichen Lux-Werte in den Nestern (0,5 Lux  $\pm$  SEM 0,06) nicht in die Berechnung ein, konnte eine mittlere Beleuchtungsstärke von 3,1 Lux ( $\pm$  SEM 0,18) in den Käfigabteilen berechnet werden. Die Einzelmessergebnisse schwankten stark und zeigten Minimalwerte bei den Messungen weg vom Licht oder in Richtung Boden und Maximalwerte bei Messungen in Richtung der Lichtquelle.

**Tab. 7: Durchschnittliche Beleuchtungsstärke (Lux) an den verschiedenen Messpunkten der Abteile in Abhängigkeit der Legelinie bei der dauerhaften Beleuchtungseinstellung von 15 %**

| Messpunkt         | Legelinie |     |      |      |     |     |      |      |
|-------------------|-----------|-----|------|------|-----|-----|------|------|
|                   | LSL       |     |      |      | LB  |     |      |      |
|                   | MW        | SEM | Min. | Max. | MW  | SEM | Min. | Max. |
| <b>Legenest</b>   | 0,5       | 0,1 | 0,1  | 2,7  | 0,5 | 0,1 | 0,1  | 3,4  |
| <b>Sitzstange</b> | 1,8       | 0,2 | 0,5  | 7,5  | 1,8 | 0,2 | 0,4  | 7,8  |
| <b>Käfigmitte</b> | 2,5       | 0,3 | 0,5  | 10,9 | 2,4 | 0,3 | 0,5  | 9,5  |
| <b>Futtertrog</b> | 5,1       | 0,6 | 0,6  | 20,5 | 5,0 | 0,6 | 0,2  | 20,1 |

#### 4.1.2. Stallklima

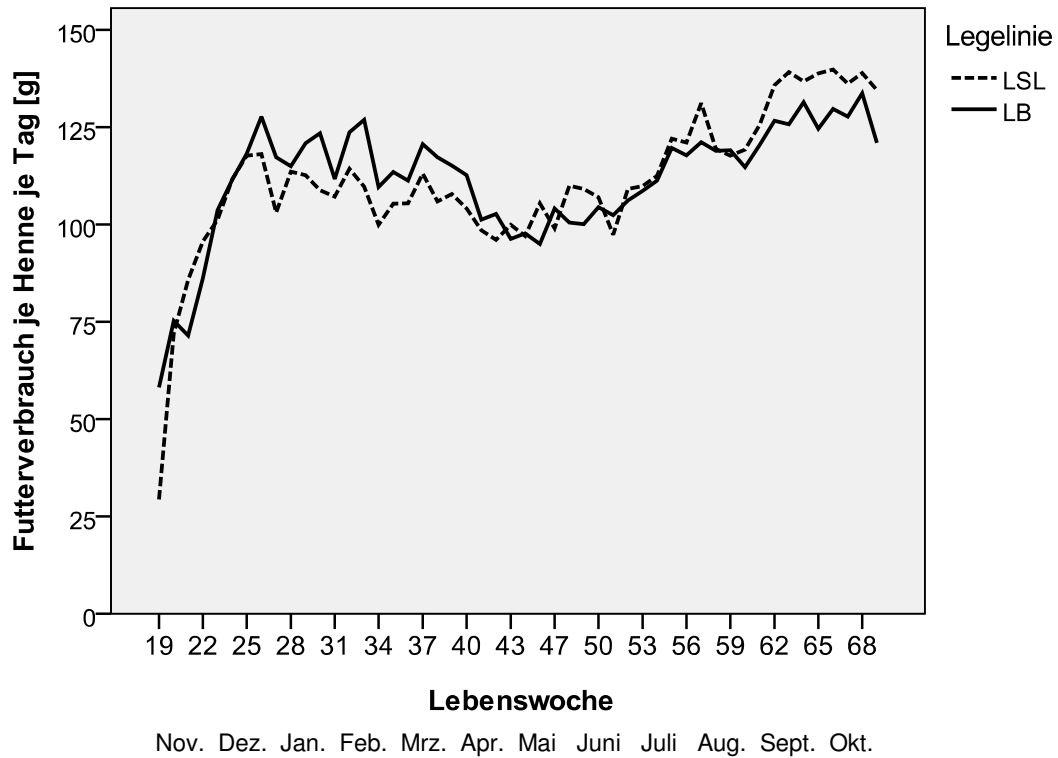
Die Durchschnittstemperatur lag bei 19,3 °C ( $\pm$  SEM 0,02), die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit bei 55,1 % ( $\pm$  SEM 0,11). Die Zu- und Abluftmenge betrug ca. 1.500,0 m<sup>3</sup>/h.



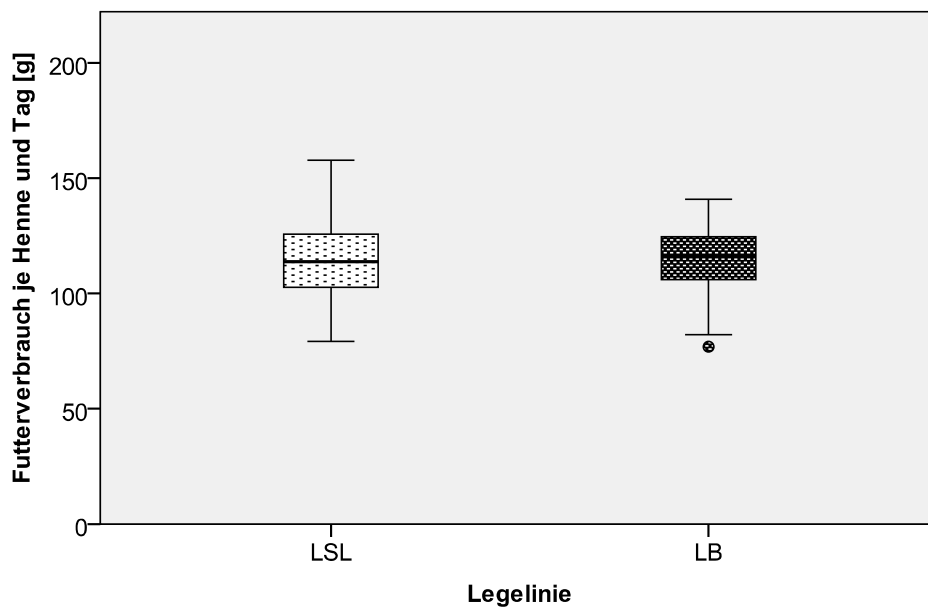
**Abb. 16: Durchschnittliche Stalltemperatur und -luftfeuchtigkeit im zeitlichen Verlauf der Legeperiode** (n = 8495; die Messungen erfolgten automatisch im stündlichen Intervall)

#### 4.2. Futterverbrauch

Der durchschnittliche Futterverbrauch über die gesamte Legeperiode hinweg belief sich bei den LSL-Hennen auf 110,8 g ( $\pm$  SEM 1,55) pro Tag und Henne und bei den LB-Hennen auf 111,2 g ( $\pm$  SEM 1,10) pro Tag und Henne. Bis zur 24. Lebenswoche stieg der Futterverbrauch der jungen Hennen bei beiden Linien rasant an. Während in der ersten Hälfte der Legeperiode der Futterverbrauch der LB-Hennen immer leicht über dem der LSL-Hennen lag, kehrte sich dies in der zweiten Hälfte der Legeperiode um. Zwischen den Legelinien ergab sich damit kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,912$ ), jedoch war der Unterschied zwischen den Lebenswochen signifikant ( $p < 0,001$ ).



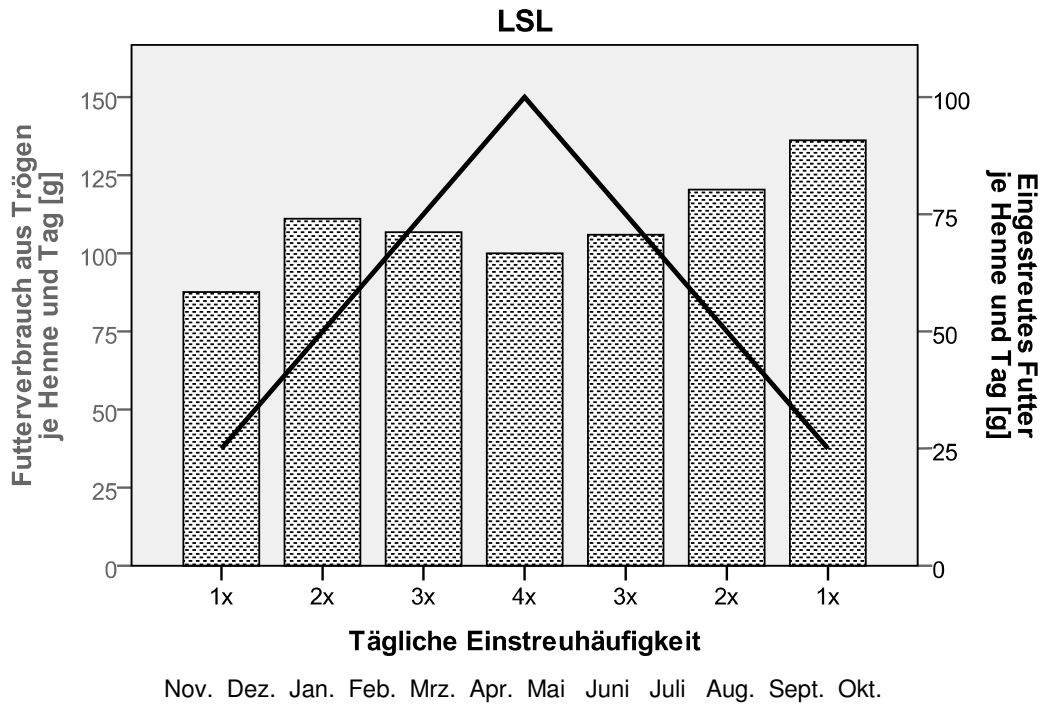
**Abb. 17: Durchschnittlicher täglicher Futtermittelverbrauch (in g) pro Henne im zeitlichen Verlauf der Legeperiode, in Abhängigkeit der Legelinie**



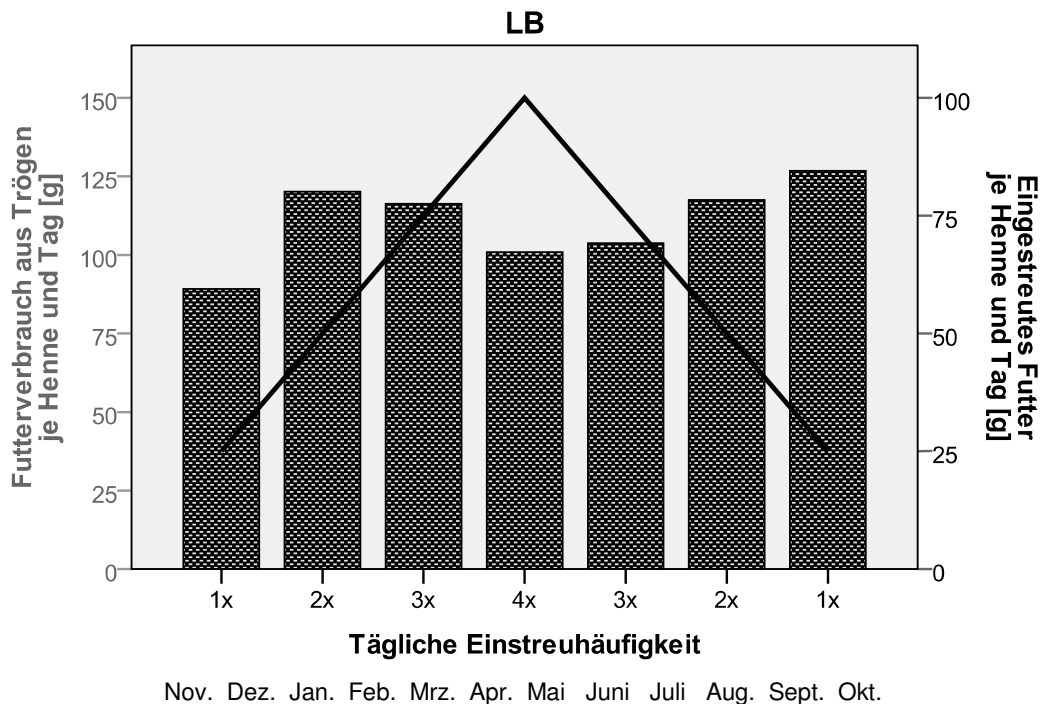
**Abb. 18: Futtermittelverbrauch pro Henne und Tag über die gesamte Legeperiode, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Abteile x 50 Wochen, d.h. 203 Werte für die vier gewerteten LSL-Abteile und 254 Werte für die 5 LB-Abteile)

In Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und damit der Menge des eingestreuten Futters, stellte sich eine deutliche Veränderung des

Futtermittels dar. Abgesehen vom jeweils ersten Einstreuabschnitt, bei dem sich die Hennen noch in der Wachstumsphase befanden, sank der Verbrauch aus den Futtertrögen sowohl bei den LSL- als auch bei den LB-Hennen umso stärker, je mehr Futter auf die Matten gestreut wurde und stieg später umgekehrt auch wieder, als die Menge des eingestreuten Futters wieder reduziert wurde. So fraßen die LSL-Hennen bei einem täglich viermaligen Einstreuintervall (d.h. 100 g eingestreutes Futter pro Henne und Tag) durchschnittlich 99,9 g ( $\pm$  SEM 2,79) Futter aus den Trögen und die LB-Hennen 100,5 g ( $\pm$  SEM 1,84), wohingegen z.B. im letzten Einstreuabschnitt, in dem nur einmal täglich eingestreut wurde (d.h. 25 g eingestreutes Futter pro Henne und Tag), die LSL-Hennen im Mittel 136,2 g ( $\pm$  SEM 2,11) und die LB-Hennen 126,8 g ( $\pm$  SEM 1,44) aus den Trögen aufnahmen.

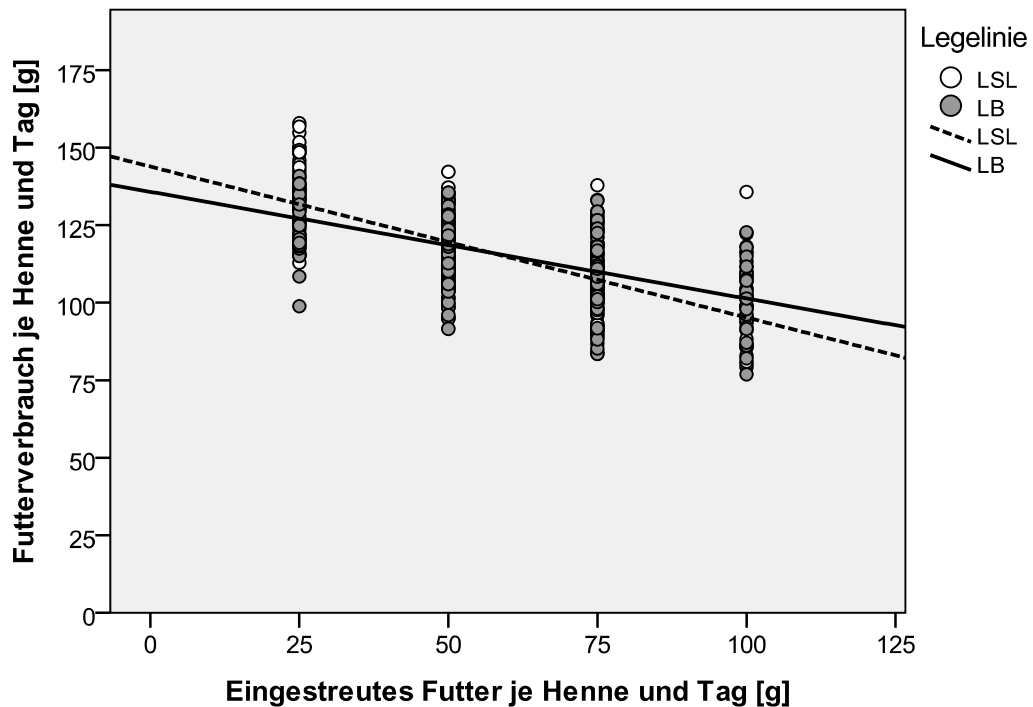


**Abb. 19: Zusammenhang zwischen dem Futterverbrauch aus den Futtertrögen und der Menge eingestreuten Futters auf die Staubbadematten bei den LSL-Hennen in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeiten**



**Abb. 20: Zusammenhang zwischen dem Futterverbrauch aus den Futtertrögen und der Menge eingestreuten Futters auf die Staubbadematten bei den LB-Hennen in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeiten**

Bezog man ausschließlich die Daten ab der 24. Lebenswoche in die Berechnungen mit ein, um den Einfluss des verminderten Futterverbrauchs im ersten Einstreuabschnitt der sich noch im Wachstum befindenden Junghennen auszuschließen, konnte ein signifikanter Unterschied des Futterverbrauchs in Abhängigkeit zu der Menge an eingestreutem Futter ermittelt werden ( $p < 0,001$ ). Mit einer Reduktion des Futterverbrauchs aus den Trögen um 0,7 g pro Gramm zusätzlich eingestreutes Futter, zeigten die LSL-Hennen eine stärkere Reaktion auf die Menge des eingestreuten Futters als die LB-Hennen, bei denen sich der Futterverbrauch aus den Trögen lediglich um 0,4 g Futter pro zusätzliches Gramm eingestreutes Futter reduzierte. Signifikant war der Unterschied zwischen den Legelinien jedoch nicht ( $p = 0,761$ ).

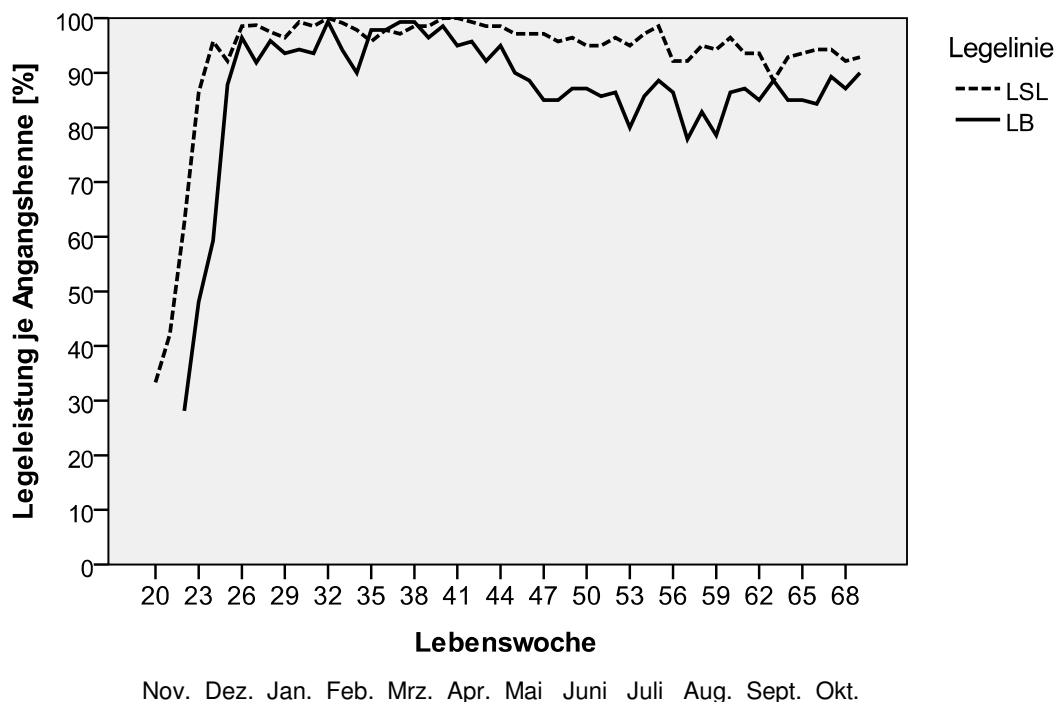


**Abb. 21: Zusammenhang zwischen dem Futterverbrauch aus den Futtertrögen und der Menge eingestreuten Futters auf die Staubbadematten, unterteilt nach Legelinie.** Gewertet wurden die Daten ab der 24. Lebenswoche. (LSL:  $R^2$  Linear = 0,409, LB:  $R^2$  Linear = 0,346)

### 4.3. Leistungsparameter

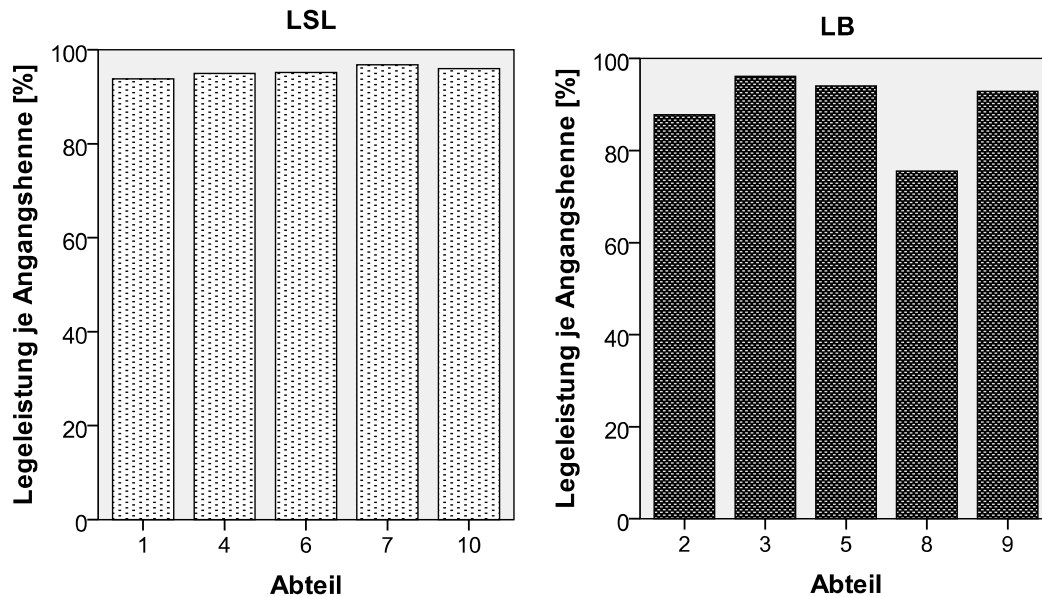
#### 4.3.1. Legeleistung

Die 50 %-Marke der Legeleistung überschritten die LSL-Hennen im Verlauf der 22. Lebenswoche und die LB-Hennen in der 24. Lebenswoche. Die LSL-Hennen lagen mit einer mittleren Legeleistung von 95,4 % ( $\pm$  SEM 0,34) nicht signifikant ( $p = 0,071$ ) über der der LB-Hennen mit 89,3 % ( $\pm$  SEM 0,45). Die Schwankungen zwischen den Lebenswochen erwiesen sich dagegen als signifikant ( $p < 0,001$ ). Von der 26. bis zur 48. Lebenswoche zeigten die LSL-Hennen durchweg eine Legeleistung zwischen 97,1 ( $\pm$  SEM 1,36) und 100,0 % ( $\pm$  SEM 1,02). Danach sank die Legeleistung tendenziell ab und erreichte in der 63. Lebenswoche mit 88,6 % ( $\pm$  SEM 2,58) das Minimum. Die LB-Hennen wiesen in der 32. Lebenswoche den Spitzenwert von 100,0 % ( $\pm$  SEM 1,45) auf. Bei ihnen ging die Legeleistung ab der 41. Lebenswoche zurück, bis in der 57. Lebenswoche mit 77,9 % ( $\pm$  SEM 3,94) der niedrigste Wert erreicht wurde. Danach stieg die Legeleistung der LB-Hennen noch einmal bis zu 90,0 % ( $\pm$  SEM 3,27) an.



**Abb. 22: Durchschnittliche Legeleistung je Anfangshenne im zeitlichen Verlauf der Legeperiode, in Abhängigkeit der Legelinie**



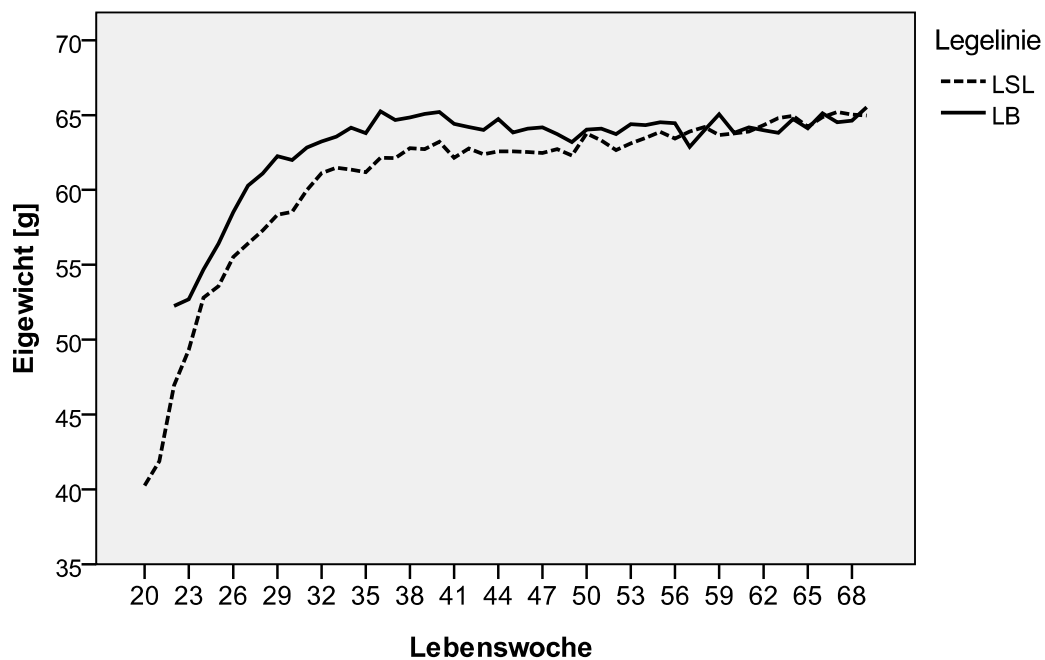


**Abb. 23: Durchschnittliche Legeleistung (%) pro Anfangshenne unterteilt nach Abteilen und Legelinien** (bei den LSL-Hennen ab der 22. Lebenswoche, bei den LB-Hennen ab der 24. Lebenswoche, d.h. jeweils ab einer Leistung von 50 %)

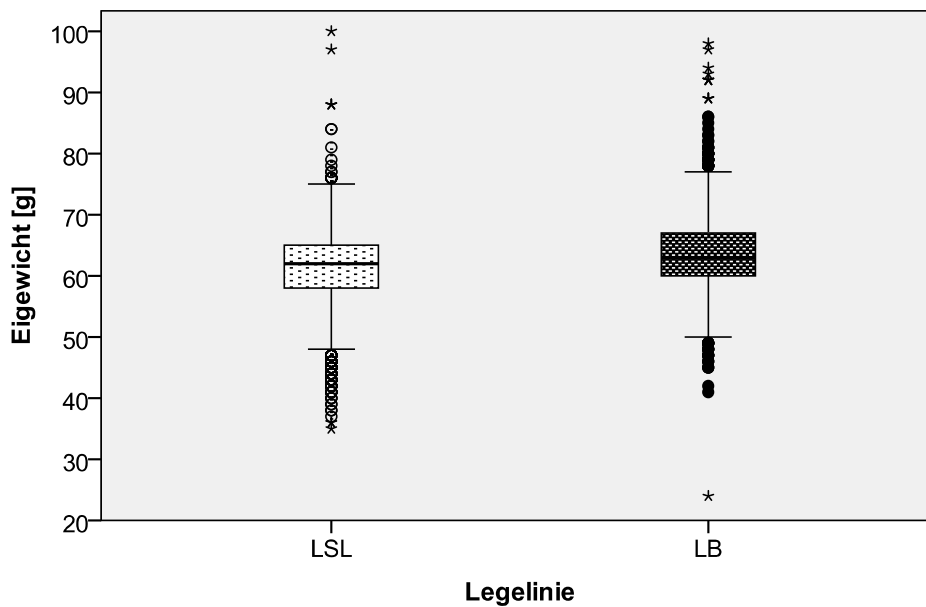
#### 4.3.2. Eigewicht

Das mittlere Eigewicht der LSL-Hennen betrug 61,5 g ( $\pm$  SEM 0,07), das der LB-Hennen 63,4 g ( $\pm$  SEM 0,07). Ungefähr ab der 35. Lebenswoche flachte die wöchentliche Zunahme des Eigewichtes deutlich ab, v. a. aber bei den LB-Hennen war über die gesamte Legeperiode eine Zunahme des mittleren Eigewichtes zu verzeichnen. In der zuletzt gemessenen 69. Lebenswoche wurde hier das maximale Gewicht von 65,5 g ( $\pm$  SEM 0,51) erreicht, wohingegen sich bei den LSL-Hennen das Maximum bereits in der 67. Lebenswoche abzeichnete (65,2 g  $\pm$  SEM 0,36). Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Legelinien ( $p = 0,095$ ), wohl aber ein signifikanter Unterschied zwischen den Lebenswochen ( $p < 0,001$ ).

#### 4. Ergebnisse



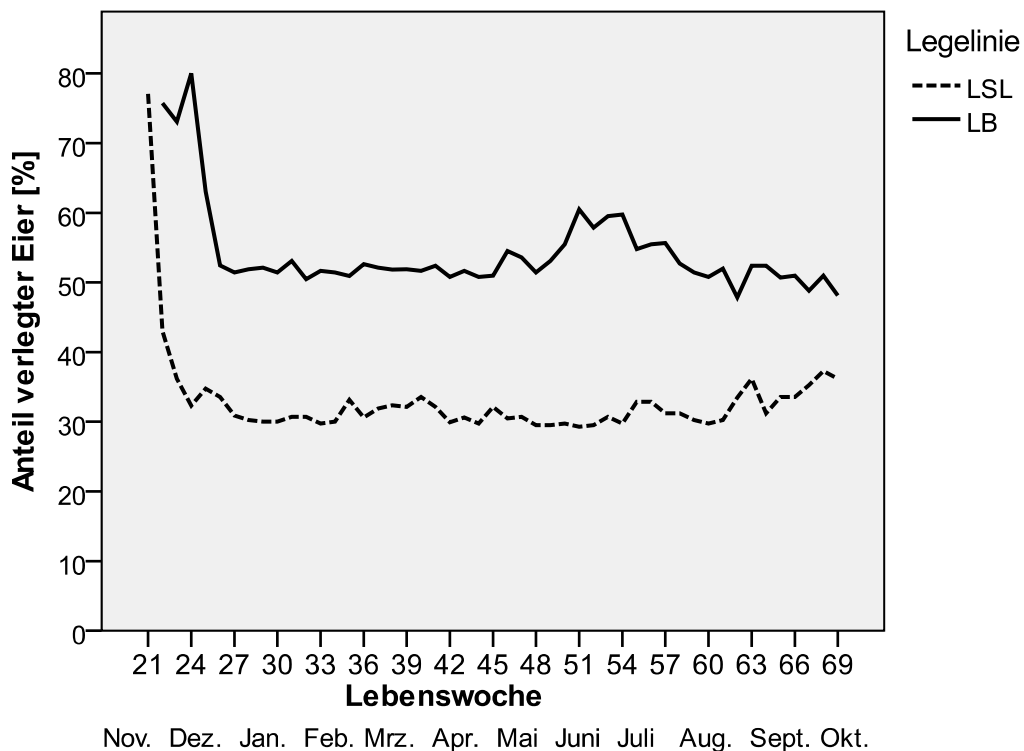
**Abb. 24: Mittleres Eigewicht im zeitlichen Verlauf der Legeperiode, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = 6373 Eier von 20 LSL-Hennen und 5752 Eier von 20 LB-Hennen)



**Abb. 25: Durchschnittliches Eigewicht über die gesamte Legeperiode hinweg, unterteilt nach Legelinie** (n = 6373 Eier von 20 LSL-Hennen und 5752 Eier von 20 LB-Hennen)

### 4.3.3. Anteil verlegter Eier

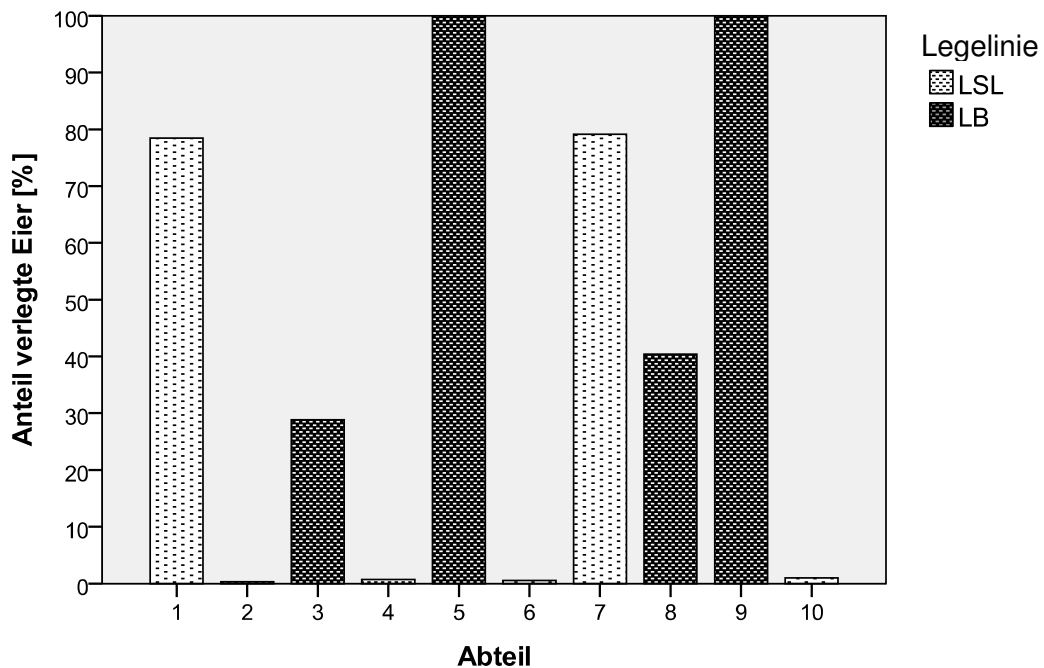
Zusammenfassend für die gesamte Legeperiode wurde für die LSL-Hennen mit 32,4 % ( $\pm$  SEM 0,95) ein nicht signifikant ( $p = 0,371$ ) geringerer Anteil verlegter Eier ermittelt als für die LB-Hennen mit 53,8 % ( $\pm$  SEM 1,04). Die Lebenswoche hatte jedoch einen signifikanten Einfluss auf die Verlegerate ( $p < 0,001$ ). Hohe Werte von bis zu 83,3 % ( $\pm$  SEM 16,67) zeigten die LSL-Hennen in den ersten zwei Wochen nach Legebeginn, während die LB-Hennen in den ersten vier Wochen einen hohen Anteil der Eier von bis zu 80,0 % ( $\pm$  SEM 6,86) verlegten. Danach sank der Anteil verlegter Eier rasant ab und blieb bei den LSL-Hennen über die gesamte Legeperiode hinweg auf einem ähnlichen Niveau, wohingegen bei den LB-Hennen von der 50. bis zur 57. Lebenswoche ein erneuter, aber relativ geringer Anstieg zu verzeichnen war, der jedoch ausschließlich auf eine erhöhte Verlegerate in Abteil 8 zurückzuführen war.



**Abb. 26: Prozentualer Anteil verlegter Eier an der Gesamteizahl im zeitlichen Verlauf der Legeperiode, in Abhängigkeit der Legelinie**

Generell bestanden hinsichtlich des Anteils verlegter Eier große Unterschiede zwischen den Abteilen. Unter den LSL-Hennen gab es drei Abteile, in denen über die gesamte Legeperiode hinweg im Mittel weniger als 1,0 % der Eier verlegt wurden. Dagegen gab es unter den LB-Hennen nur ein Abteil, das ebenfalls

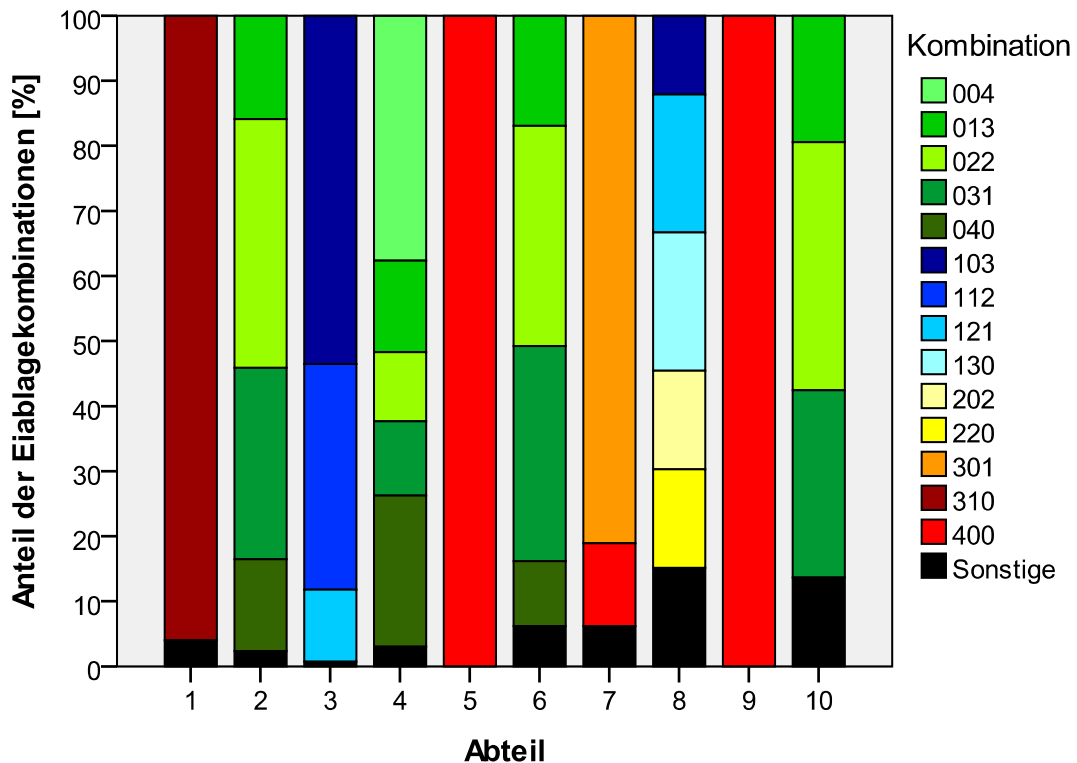
solch eine niedrige Verlegerate aufwies, aber zwei Abteile, die 100,0 % ( $\pm$  SEM 0,00) aller Eier verlegten.



**Abb. 27: Durchschnittlicher Anteil der verlegten Eier über die gesamte Legeperiode hinweg, in Abhängigkeit des Abteils**

### 4.3.4. Wahl des Eiablageplatzes

Unter allen Tagen, an denen die Legeleistung eines Abteils 100,0 % betrug, d.h. pro Abteil vier Eier vorgefunden wurden, dominierten ein bis fünf von insgesamt 15 möglichen Kombinationen bezüglich des Ortes der Eiablage (verlegt, Nest A oder Nest B). Im Mittel bestanden damit bei den LSL-Hennen 3,0 ( $\pm$  SEM 0,71) und bei den LB-Hennen 2,8 ( $\pm$  SEM 0,80) dominierende Eiablagekombinationen pro Abteil. Bei den LSL-Hennen befanden sich insgesamt in 9,8 % der Fälle alle vier Eier in ein und demselben Nest. Bei den LB-Hennen kam es nur in 1,1 % der Tage vor, dass alle vier Hennen eines Abteils ihr Ei in dasselbe Nest legten.



**Abb. 28: Eiablagekombinationen eines jeden Abteils über die gesamte Legeperiode hinweg (LSL: Abt. 1, 4, 6, 7, 10; LB: Abt. 2, 3, 5, 8, 9).**

Gewertet wurden nur die Tage, an denen die Legeleistung 100 % betrug.

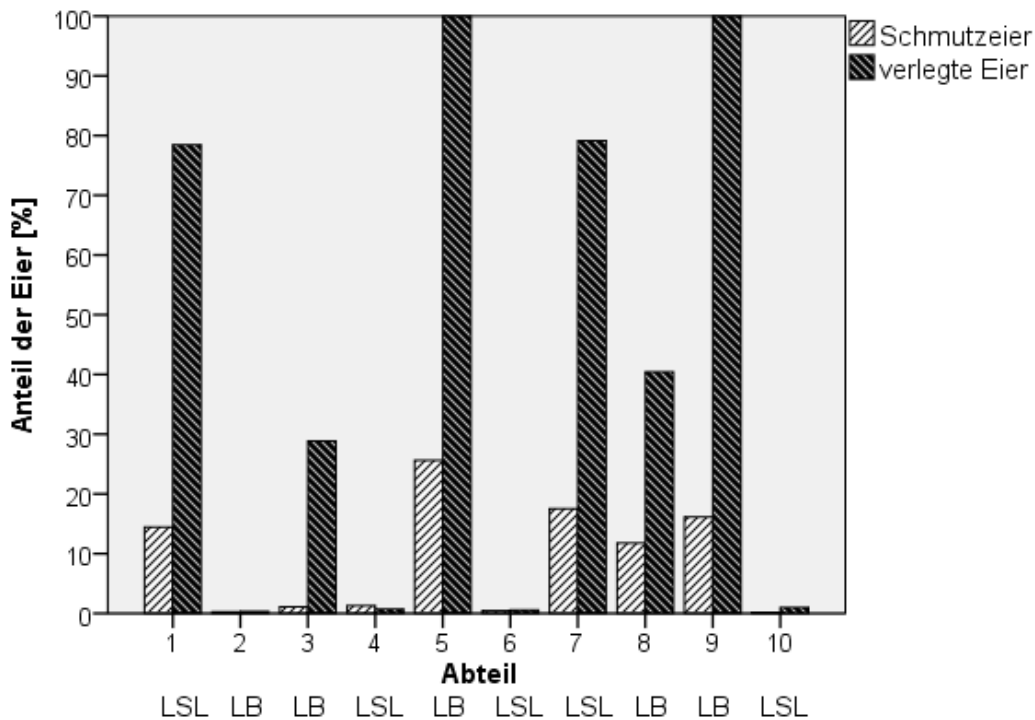
Die erste Ziffer der Kombination beschreibt die Anzahl verlegter Eier, die zweite Ziffer die Anzahl der Eier in Nest A und die dritte Ziffer die Anzahl der Eier in Nest B.

Grün zeigt an, dass alle vier Eier in Nester gelegt wurden; blau bedeutet, dass ein Ei verlegt und drei Eier in die Nester gelegt wurden; gelb stellt dar, dass je zwei Eier verlegt und in die Nester gelegt wurden; rot bedeutet, dass alle vier Eier verlegt wurden.

#### 4.3.5. Anteil der Schmutzeier

Die LSL-Hennen wiesen mit durchschnittlich 6,9 % ( $\pm$  SEM 0,40) Schmutzeiern einen geringeren Anteil auf als die LB-Hennen mit 11,0 % ( $\pm$  SEM 0,53). Die Legelinie hatte keinen signifikanten Einfluss ( $p = 0,540$ ) auf den Anteil der Schmutzeier, jedoch galt die Lebenswoche als signifikant ( $p < 0,001$ ).

Es bestanden große Unterschiede zwischen den einzelnen Abteilen, wobei es bei beiden Legelinien Abteile gab, die weniger als 1,0 % Schmutzeier aufwiesen. Der höchste mittlere Schmutzei-Anteil lag bei einem LSL-Abteil bei 17,5 % ( $\pm$  SEM 1,19) und bei einem Abteil der LB-Hennen bei 25,6 % ( $\pm$  SEM 1,63). Der deskriptiven Betrachtung nach scheint ein Zusammenhang zwischen dem Schmutzei-Anteil und der Verlegerate eines Abteils zu bestehen.

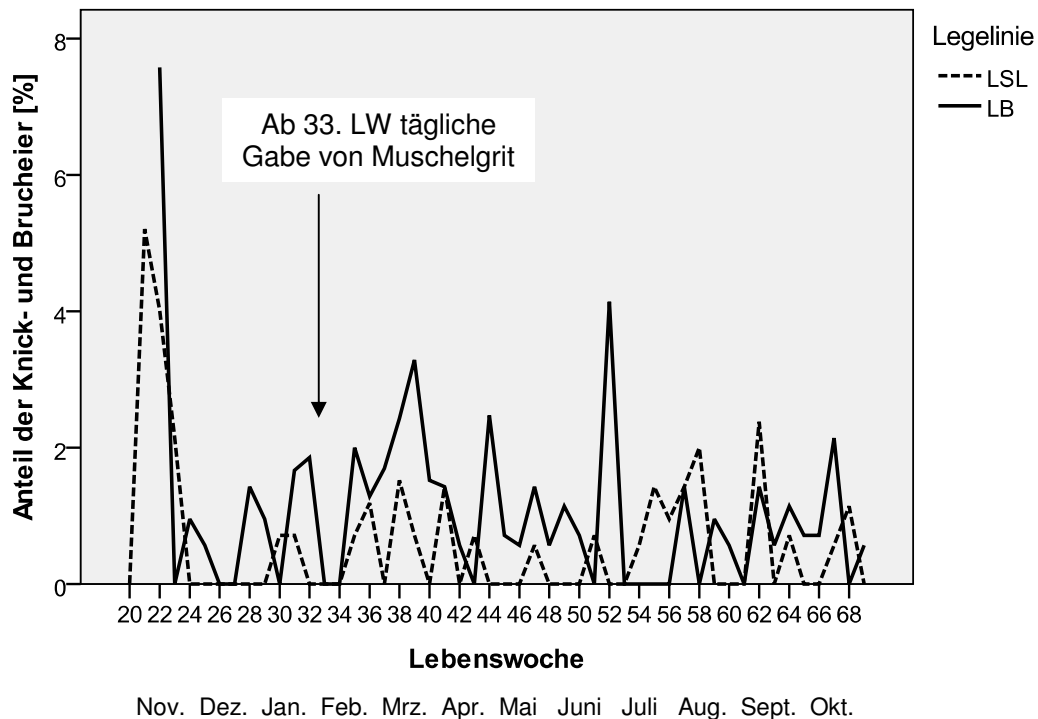


**Abb. 29: Prozentualer Anteil der Schmutzeier an der Gesamteizahl im Vergleich zum Anteil der verlegten Eier an der Gesamteizahl unterteilt nach Abteil**

#### 4.3.6. Anteil der Knick- und Brucheier

Der mittlere Anteil an Knick- und Brucheiern über die ganze Legeperiode hinweg lag bei den LSL-Hennen bei 0,6 % ( $\pm$  SEM 0,10) und damit nicht signifikant ( $p = 0,357$ ) unter dem der LB-Hennen mit 1,0 % ( $\pm$  SEM 0,13). Bei den LSL-Hennen fanden sich direkt nach Legebeginn, von der 21. bis zur 24. Lebenswoche, relativ hohe Werte mit bis zu 5,2 % ( $\pm$  SEM 3,64). Im weiteren Verlauf kam es nur noch vereinzelt zu Werten über 1,0 %. Die LB-Hennen wiesen in der 22. Lebenswoche einen maximalen Anteil von 7,6 % ( $\pm$  SEM 5,20) Knick- und Brucheier auf, schwankten im Folgenden zwischen 0,0 % ( $\pm$  SEM 0,00) und 2,5 % ( $\pm$  SEM 7,10) und erreichten in der 52. Lebenswoche den zweithöchsten Wert von 4,1 % ( $\pm$  SEM 12,63). Zwischen den Lebenswochen bestand damit ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ ).

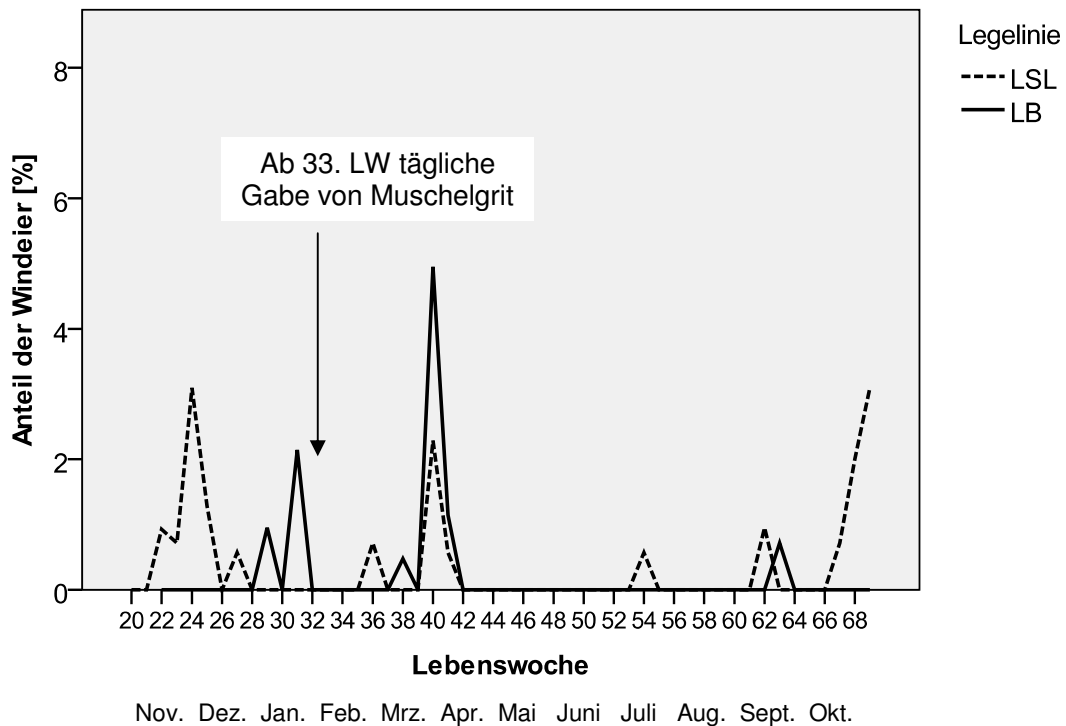
Auch zwischen den einzelnen Abteilen gab es deutliche Unterschiede. Sowohl das Abteil mit dem geringsten Anteil an Knick- und Brucheiern (Abteil 3: 0,2 %  $\pm$  SEM 2,74) als auch das Abteil mit dem höchsten Anteil (Abteil 8: 2,2 %  $\pm$  SEM 7,74) waren mit LB-Hennen besetzt. Bei letzterem Abteil wurde des Öfteren direkt und in Videoaufzeichnungen beobachtet, dass die Hennen ihre Eier bepickten und teilweise oder ganz auffraßen.



**Abb. 30: Durchschnittlicher prozentualer Knick- und Bruchei-Anteil an der Gesamteizahl, im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie**

#### 4.3.7. Anteil der Windeier

Während der durchschnittliche Windei-Anteil bei den LSL-Hennen bei 0,4 % ( $\pm$  SEM 0,08) lag, hatten die LB-Hennen einen Anteil von 0,2 % ( $\pm$  SEM 0,06). Damit stellten sich zwischen den Legelinien keine signifikanten Unterschiede heraus ( $p = 0,770$ ), jedoch galten die Differenzen zwischen den verschiedenen Lebenswochen als signifikant ( $p < 0,001$ ). Die LSL-Hennen hatten vor allem zum Legebeginn von der 21. bis einschließlich zur 25. Lebenswoche einen hohen Anteil an Windeiern (maximal 3,1 %  $\pm$  SEM 10,71), zusätzlich in der 40. Lebenswoche sowie ab der 67. Lebenswoche. Der letzte Anstieg ging auf eine einzelne LSL-Henne zurück, bei der nach der Schlachtung ein Ei in der Bauchhöhle gefunden wurde. Die LB-Hennen hatten ein Maximum von 5,0 % ( $\pm$  SEM 11,70) in der 40. Lebenswoche.



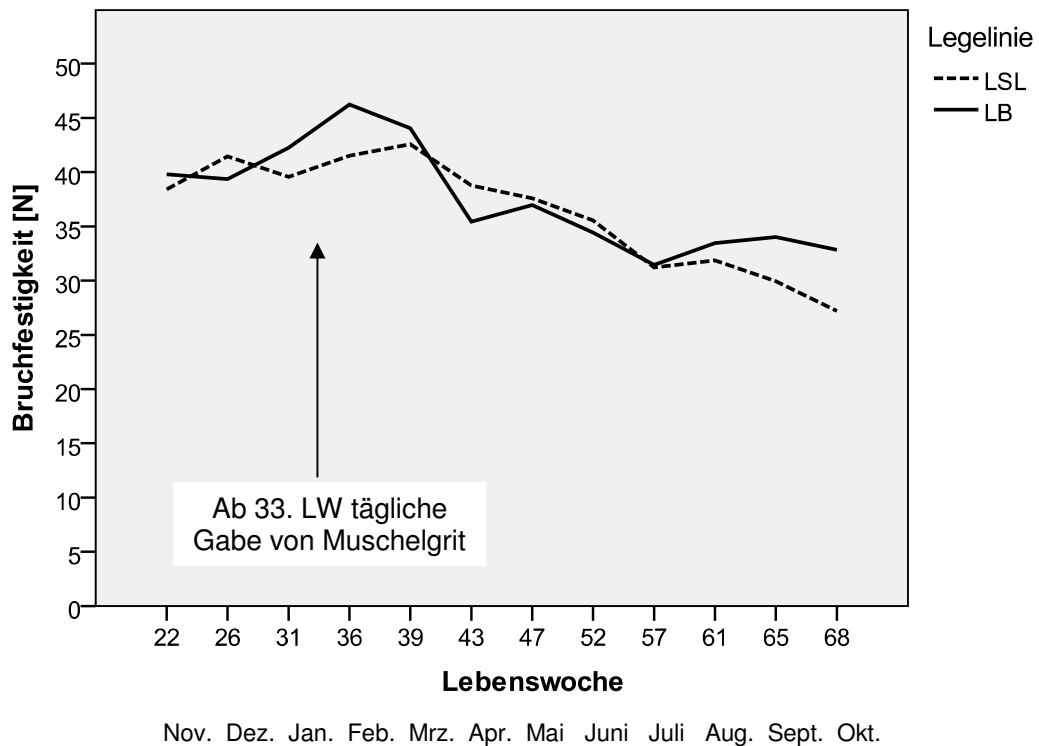
**Abb. 31: Durchschnittlicher prozentualer Windei-Anteil an der Gesamteizahl, im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie**

#### 4.3.8. Bruchfestigkeit der Eier

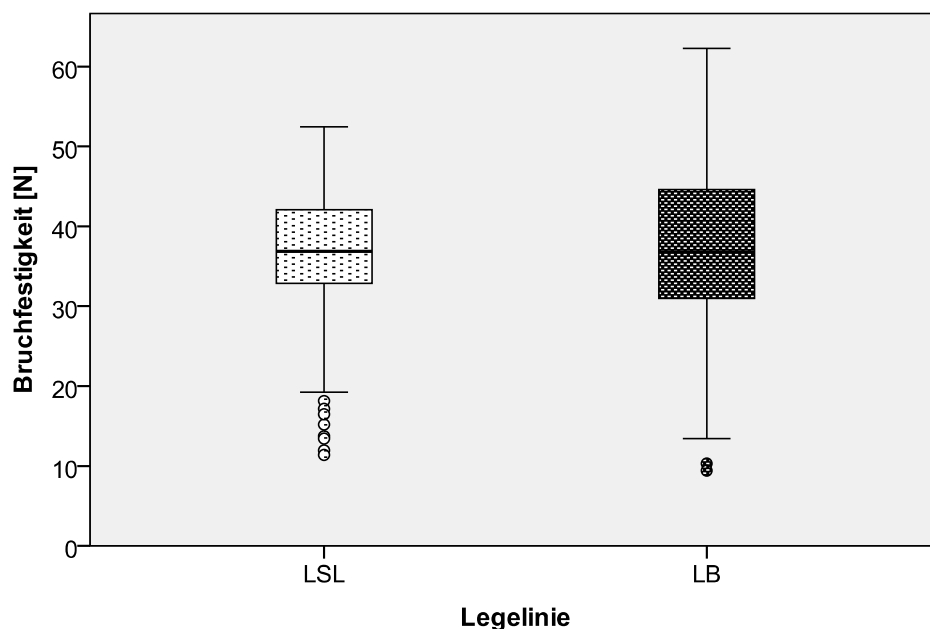
Mit einer mittleren Eibruchfestigkeit von 36,3 N ( $\pm$  SEM 0,53) der LSL-Hennen gegenüber 37,5 N ( $\pm$  SEM 0,72) der LB-Hennen, unterschieden sich die Legelinien nicht signifikant ( $p = 0,215$ ). Bezüglich der Lebenswoche wiesen die gemessenen Werte jedoch signifikante Differenzen auf ( $p < 0,001$ ). Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode war bei beiden Legelinien eine nachlassende Bruchfestigkeit ab der 39. (LSL) bzw. 36. Lebenswoche (LB) erkennbar.



#### 4. Ergebnisse



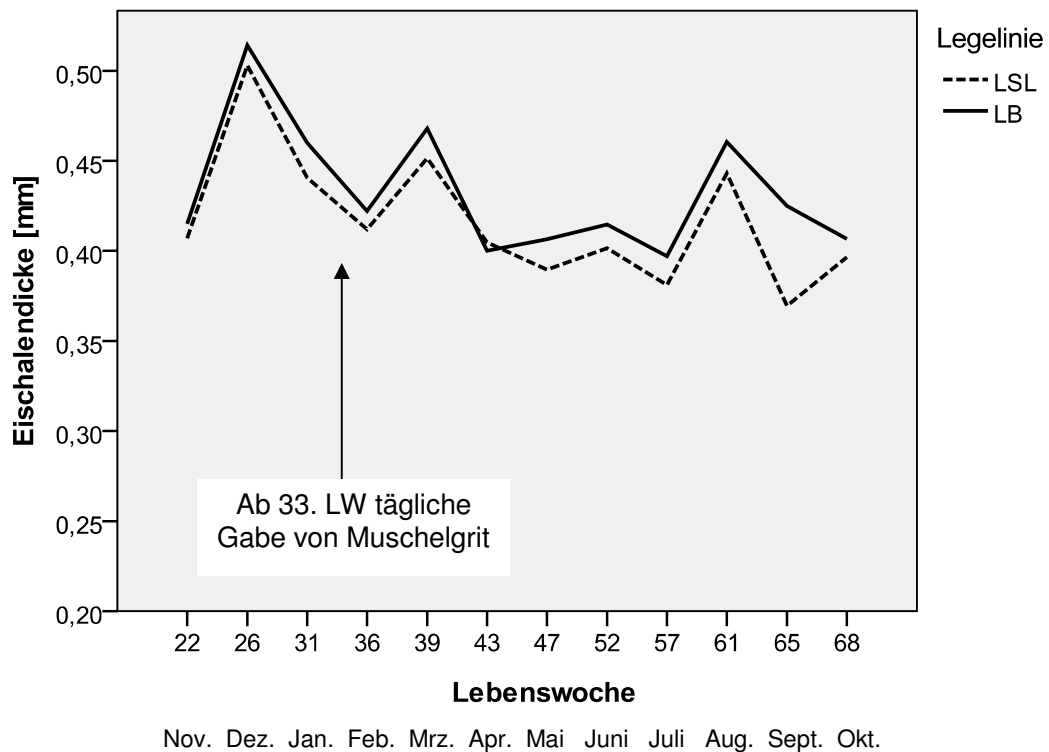
**Abb. 32: Durchschnittliche Bruchfestigkeit der Eier (N) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Eier x 12 Untersuchungszeitpunkte, d.h. insgesamt 226 Eier von den 20 LSL-Hennen und 196 Eier von den 20 LB-Hennen)



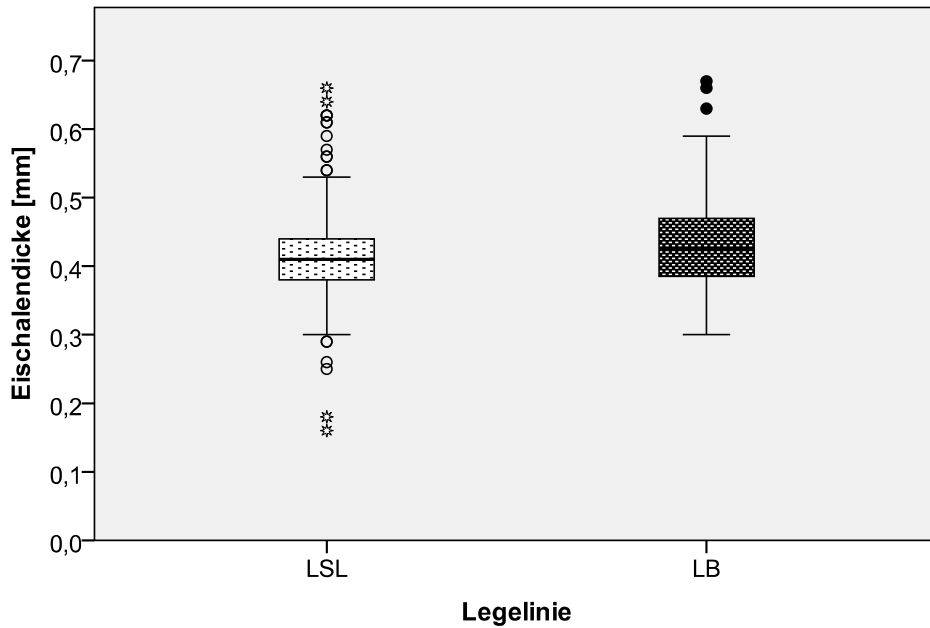
**Abb. 33: Bruchfestigkeit der Eier (N) über die gesamte Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Eier zu 12 Untersuchungszeitpunkten, d.h. insgesamt 226 Eier von den 20 LSL-Hennen und 196 Eier von den 20 LB-Hennen)

### 4.3.9. Eischalendicke

Auch bezüglich der Eischalendicke bestanden zwischen den Legelinien keine signifikanten Unterschiede ( $p = 0,024$ ). So wiesen die Hennen beider Linien im Mittel eine Schalendicke von 0,4 mm ( $\pm$  SEM 0,00) auf. Erneut kam es hinsichtlich der Lebenswochen zu signifikanten Unterschieden ( $p < 0,001$ ). Bei beiden Linien zeigte sich bei der zweiten Untersuchung, in der 26. Lebenswoche, ein Maximum der Eischalendicke. Hier erreichten die LSL-Hennen 0,5 mm ( $\pm$  SEM 0,03), genauso wie die LB-Hennen (0,5 mm  $\pm$  SEM 0,02). Trotz starker Schwankungen war im zeitlichen Verlauf ein Abwärtstrend der Eischalendicke zu verzeichnen. Den niedrigsten Wert erreichten die LSL-Hennen in der 65. Lebenswoche (0,4 mm  $\pm$  SEM 0,02) und bei den LB-Hennen in der 18. Lebenswoche (0,4 mm  $\pm$  SEM 0,01).



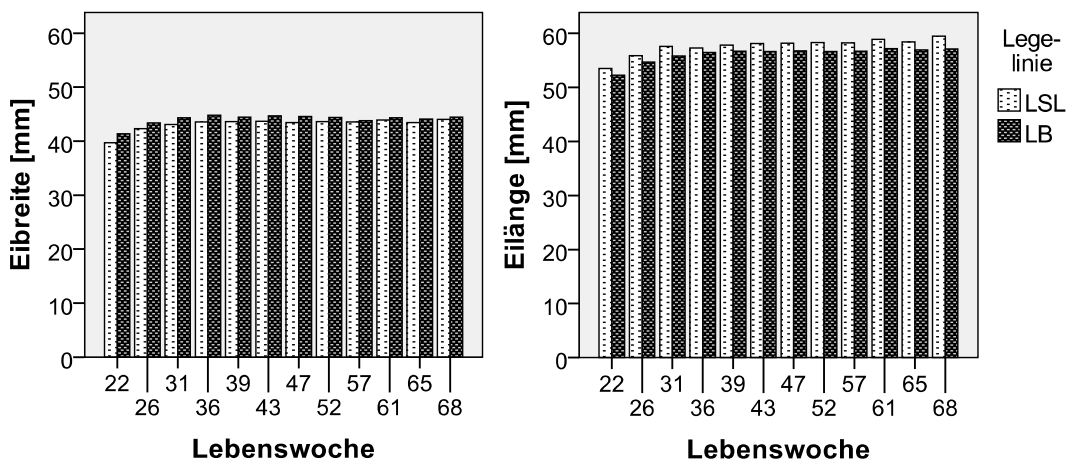
**Abb. 34: Durchschnittliche Eischalendicke (mm) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Eier zu 12 Untersuchungszeitpunkten, d.h. insgesamt 230 Eier von den 20 LSL-Hennen und 196 Eier von den 20 LB-Hennen)



**Abb. 35: Schalendicke der Eier (mm) über die gesamte Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Eier zu 12 Untersuchungszeitpunkten, d.h. insgesamt 230 Eier von den 20 LSL-Hennen und 196 Eier von den 20 LB-Hennen)

#### 4.3.10. Eiermaße

Die Eier der LSL-Hennen waren durchschnittlich 43,3 mm ( $\pm$  SEM 0,09) breit und 57,8 mm ( $\pm$  SEM 0,14) lang, die der LB-Hennen 44,2 mm ( $\pm$  SEM 0,09) breit und 56,4 mm ( $\pm$  SEM 0,13) lang. Damit bestanden zwischen den Legelinien signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ). Vor allem zwischen der 22. und der 26. Lebenswoche nahmen die Eier beider Linien erheblich in Breite und Länge zu, so dass der Unterschied zwischen den Lebenswochen als signifikant zu bezeichnen war ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 36: Mittlere Breite und Länge der Eier in Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufs und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Eier zu 12 Untersuchungszeitpunkten, d.h. insgesamt 230 Eier von den 20 LSL-Hennen und 196 Eier von den 20 LB-Hennen)

### 4.4. Tiergesundheit

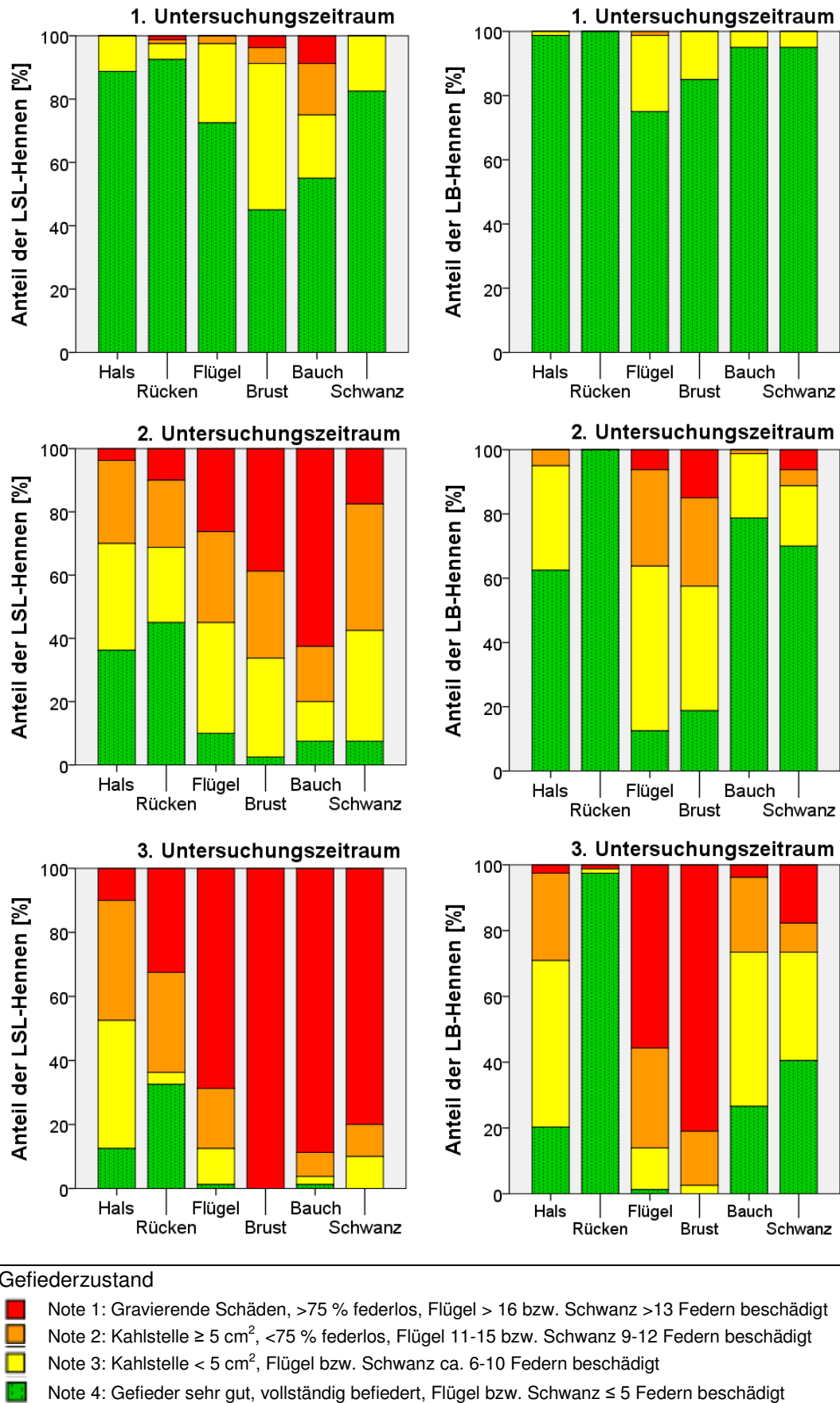
#### 4.4.1. Bonitur

Die Ergebnisse der insgesamt zwölf über das Jahr verteilten Bonituruntersuchungen wurden der Übersicht halber in drei Untersuchungszeiträume (UZR) zusammengefasst. Der erste Zeitraum erstreckte sich von November 2010 bis einschließlich Februar 2011, der zweite von März 2011 bis einschließlich Juni 2011 und der dritte Untersuchungszeitraum umfasste die vier Bonituren von Juli 2011 bis Oktober 2011.

##### 4.4.1.1. Gefiederzustand

Allgemein war festzustellen, dass die LSL-Hennen in allen Zeiträumen und an allen bewerteten Körperregionen gegenüber den LB-Hennen stets schlechter befiedert waren. Außerdem kam es sowohl bei den LSL-Hennen als auch bei den LB-Hennen von Untersuchungszeitraum zu Untersuchungszeitraum zu einer Verschlechterung der Durchschnittsnote, die den Gefiederzustand beschrieb, so dass der Einfluss der Untersuchungszeiträume für jeden Gefiederparameter signifikant war ( $p < 0,001$ ).

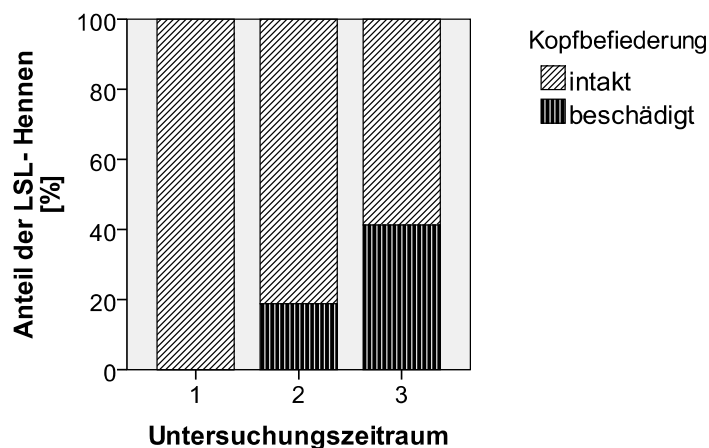
Einzige Ausnahme bildete hier die Rückenregion der LB-Hennen, die zwischen dem ersten und zweiten Untersuchungszeitraum identisch blieb und sich erst im dritten Untersuchungszeitraum verschlechtert hatte sowie die Kopfbefiederung, bei der unter den LB-Hennen in keiner Untersuchung Beschädigungen auftraten.



**Abb. 37: Prozentualer Anteil der Hennen mit verschiedenen Gefiedernoten unterteilt in Körperregion und Untersuchungszeitraum, in Abhängigkeit der Legelinie**

### Kopfbefiederung

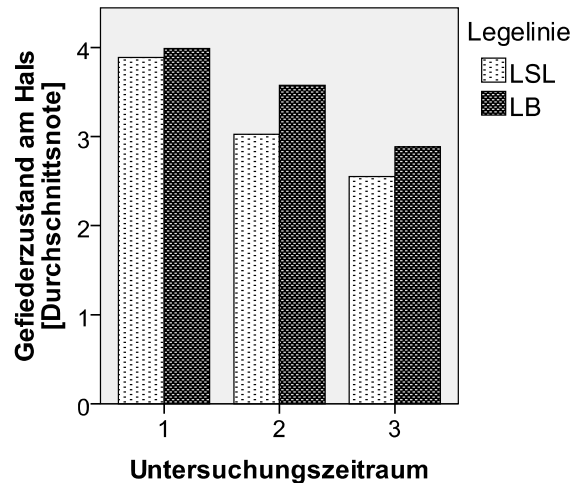
Über die gesamte Legeperiode hinweg betrug die Durchschnittsnote für die Befiederung des Kopfes bei den LSL-Hennen 0,2 ( $\pm$  SEM 0,03) und bei den LB-Hennen 0,0 ( $\pm$  SEM 0,00) (Note 1 = beschädigte Kopfbefiederung, 0 = intakt). Während der Anteil an LSL-Hennen mit beschädigtem Kopfgefieder von Untersuchungszeitraum zu Untersuchungszeitraum anstieg, traten bei den LB-Hennen in keinem Untersuchungszeitraum Gefiederschäden in dieser Region auf. Deshalb konnte für diesen Parameter keine Signifikanz berechnet werden.



**Abb. 38: Anteil der LSL-Hennen (%) ohne und mit Beschädigung der Kopfbefiederung in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraums** (1. UZR: Nov. 10 bis Feb. 11, 2. UZR: Mrz. 11 bis Juni 11, 3. UZR: Juli 11 bis Okt. 11)

### Halsbefiederung

Hinsichtlich des Gefiederzustands am Hals unterschieden sich die Legelinien signifikant ( $p < 0,05$ ). Für die LSL-Hennen wurde eine Durchschnittsnote von 3,2 ( $\pm$  SEM 0,06) ermittelt und für die LB-Hennen 3,5 ( $\pm$  SEM 0,05). Bei beiden Linien verschlechterte sich das Gefieder am Hals im Laufe der Legeperiode.

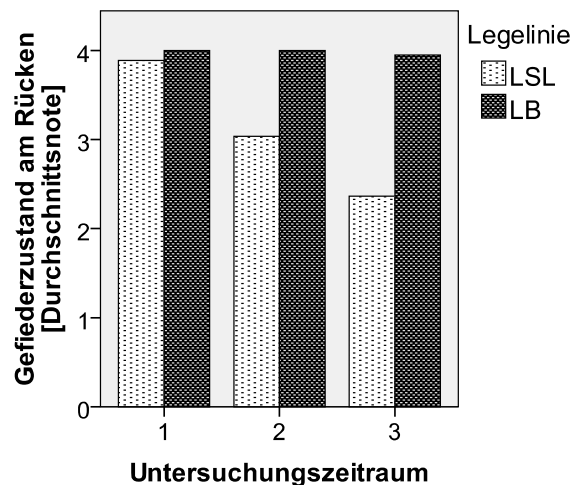


**Abb. 39: Durchschnittliche Benotung des Gefiederzustands am Hals in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum**

(1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 = vollständig befiedert, 3 = kleine Kahlstellen bis 5 cm<sup>2</sup>, 2 = Kahlstellen ≥ 5 cm<sup>2</sup>, 1 = über 75 % federlos)

### Rückenbefiederung

Auf den Zustand des Rückengefieders hatte die Legelinie einen signifikanten Effekt ( $p < 0,001$ ). Hier wiesen die LSL-Hennen eine durchschnittliche Note von 3,1 ( $\pm$  SEM 0,07) gegenüber den LB-Hennen mit 4,0 ( $\pm$  SEM 0,01) auf. In den ersten beiden Untersuchungszeiträumen wiesen die LB-Hennen die maximal mögliche Durchschnittsbenotung von 4,0 ( $\pm$  SEM 0,00) auf und verschlechterten sich erst im dritten Untersuchungszeitraum minimal auf 3,95 ( $\pm$  SEM 0,04).

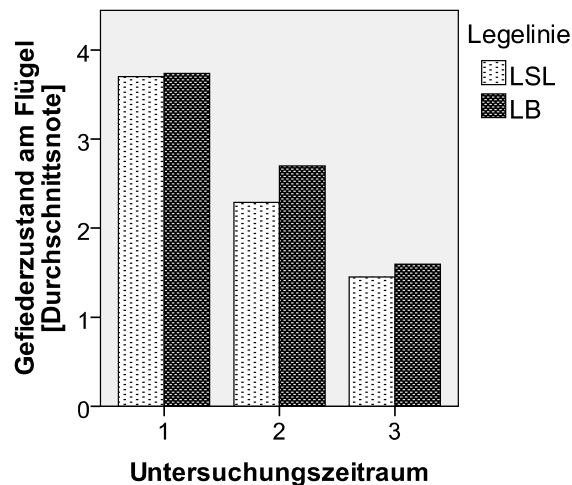


**Abb. 40: Durchschnittliche Benotung des Gefiederzustands am Rücken in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum**

(1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 = vollständig befiedert, 3 = kleine Kahlstellen bis 5 cm<sup>2</sup>, 2 = Kahlstellen ≥ 5 cm<sup>2</sup>, 1 = über 75 % federlos)

### Flügelbefiederung

Mit einer mittleren Benotung von 2,5 ( $\pm$  SEM 0,08) wiesen die LSL-Hennen einen schlechteren Zustand der Befiederung der Flügel auf, als die LB-Hennen mit durchschnittlich 2,7 ( $\pm$  SEM 0,07). Der Unterschied zwischen den Linien war nicht signifikant ( $p = 0,212$ ). Während das Anfangsniveau im ersten Untersuchungszeitraum bei LSL- und LB-Hennen vergleichbar gut war, nahm die Differenz zwischen den beiden Legelinien im Laufe der Zeit zu, wobei auch der Flügelzustand der LB-Hennen merklich schlechter wurde.



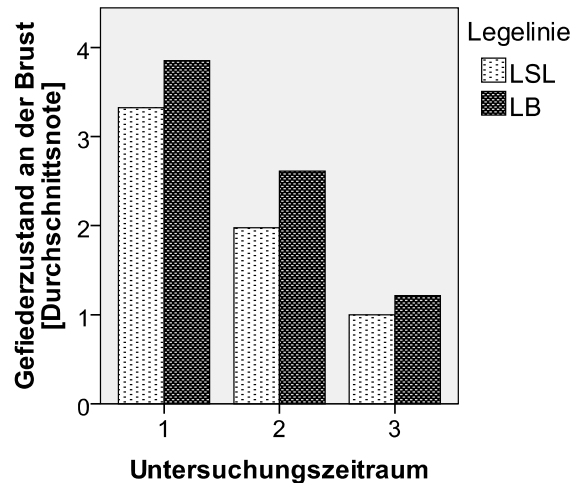
**Abb. 41: Durchschnittliche Benotung des Gefiederzustands an den Flügeln in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum**

(1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 =  $\leq 5$  Federn beschädigt, 3 = 6-10 Federn beschädigt, 2 = 11-15 Federn beschädigt, 1 =  $\geq 16$  Federn beschädigt)

### Brustbefiederung

Signifikant unterschied sich der Gefiederzustand an der Brust zwischen den beiden Linien ( $p < 0,001$ ). Auch hier zeigten die LSL-Hennen eine niedrigere Durchschnittsnote ( $2,1 \pm$  SEM 0,08) als die LB-Hennen ( $2,6 \pm$  SEM 0,08). Beide Linien verschlechterten sich von Untersuchungszeitraum zu Untersuchungszeitraum um mindestens eine Note.



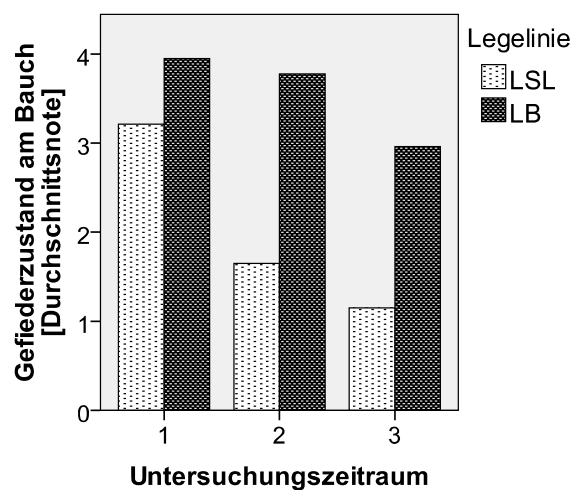


**Abb. 42: Durchschnittliche Benotung des Gefiederzustands an der Brust in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum**

(1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 = vollständig befiedert, 3 = kleine Kahlstellen bis 5 cm<sup>2</sup>, 2 = Kahlstellen ≥ 5 cm<sup>2</sup>, 1 = über 75 % federlos)

### Bauchbefiederung

Die Befiederung des Bauches wurde signifikant ( $p < 0,001$ ) durch die Legelinie beeinflusst. Die LSL- Hennen hatten einen Notenmittelwert von 2,0 ( $\pm$  SEM 0,08) und die LB-Hennen von 3,6 ( $\pm$  SEM 0,04). Während sich der Zustand der Bauchbefiederung bei den LSL-Hennen vor allem vom ersten auf den zweiten Untersuchungszeitraum verschlechterte, wiesen die Werte der LB-Hennen vor allem vom zweiten auf den dritten Untersuchungszeitraum eine deutliche Differenz auf.

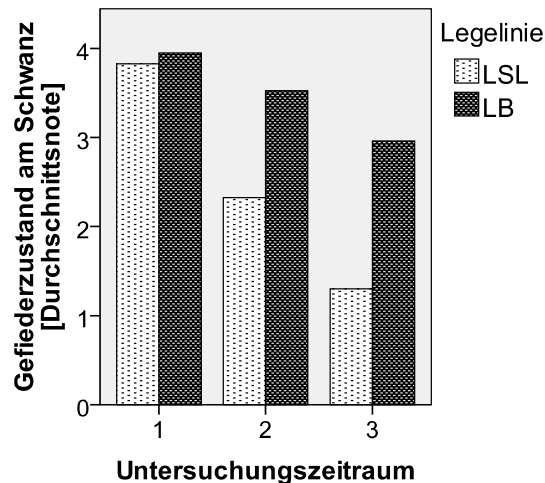


**Abb. 43: Durchschnittliche Benotung des Gefiederzustands am Bauch in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum**

(1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 = vollständig befiedert, 3 = kleine Kahlstellen bis 5 cm<sup>2</sup>, 2 = Kahlstellen ≥ 5 cm<sup>2</sup>, 1 = über 75 % federlos)

### Schwanzbefiederung

Auch beim Zustand der Schwanzfedern wiesen die LSL-Hennen mit 2,5 ( $\pm$  SEM 0,08) einen signifikant ( $p < 0,001$ ) schlechteren Mittelwert als die LB-Hennen mit 3,5 ( $\pm$  SEM 0,06) auf. Der Gefiederzustand der LSL-Hennen verschlechterte sich im Laufe der Zeit deutlich.

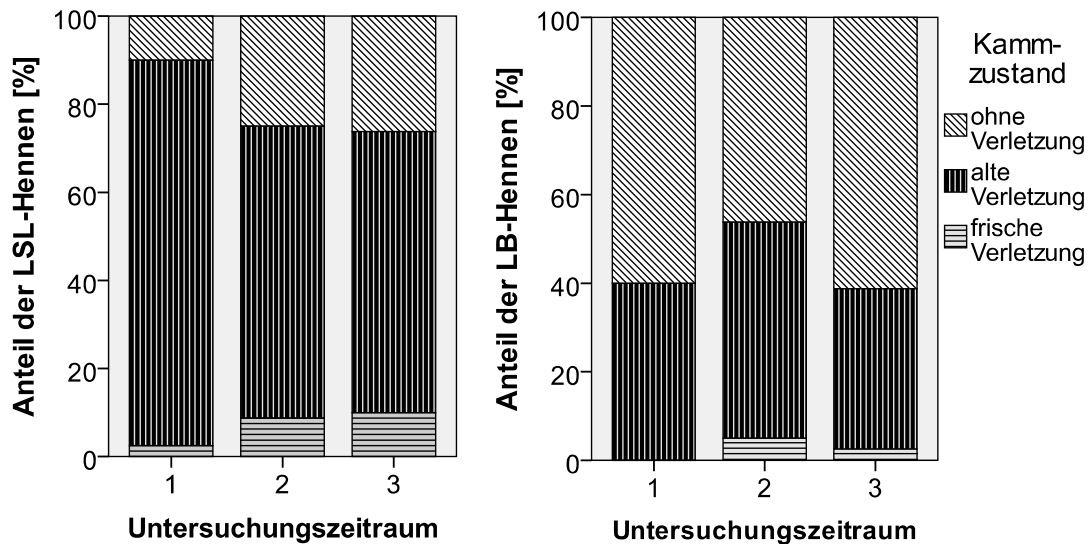


**Abb. 44: Durchschnittliche Benotung des Gefiederzustands am Schwanz in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum**

(1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 =  $\leq 5$  Federn beschädigt, 3 = 6-10 Federn beschädigt, 2 = 9-12 Federn beschädigt, 1 =  $\geq 13$  Federn beschädigt)

#### 4.4.1.2. Verletzungen

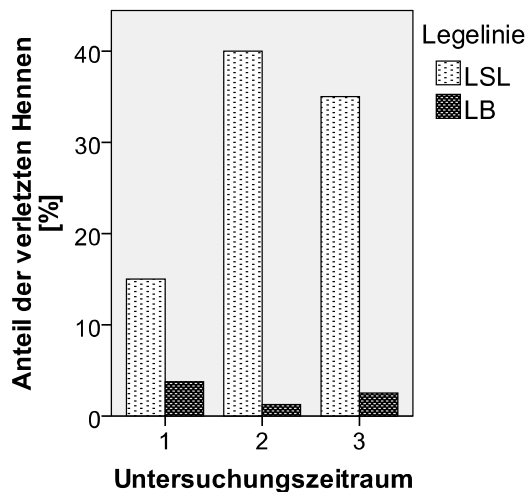
Im Mittel über die gesamte Legeperiode hinweg gesehen, wiesen 79,6 % ( $\pm$  SEM 2,61) der LSL-Hennen verletzte Kämme auf. Unter den LB-Hennen waren es 44,4 % ( $\pm$  SEM 3,21). Damit war ein signifikant ( $p < 0,001$ ) kleinerer Anteil der LB-Hennen betroffen. Zwischen den Untersuchungszeiträumen variierten die Werte signifikant ( $p < 0,05$ ).



**Abb. 45: Prozentualer Anteil der Hennen mit verletztem Kamm, gemessen an der Gesamthennenzahl, in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum** (1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011)

Verletzungen an anderen Körperregionen als dem Kamm traten über die gesamte Studiendauer hinweg im Mittel bei 30,0 % ( $\pm$  SEM 2,96) der LSL-Hennen und 2,5 % ( $\pm$  SEM 1,01) der LB-Hennen auf. Dieser Unterschied war als signifikant ( $p < 0,001$ ) anzusehen.

Während bei den LSL-Hennen im zweiten Untersuchungszeitraum prozentual die meisten Verletzungen auftraten (40,0 %  $\pm$  SEM 5,51), gab es bei den LB-Hennen in diesem Untersuchungszeitraum die wenigsten Verletzungen (1,3 %  $\pm$  SEM 1,25). Somit waren auch die Unterschiede zwischen den Untersuchungszeiträumen als signifikant zu bezeichnen ( $p < 0,05$ ).



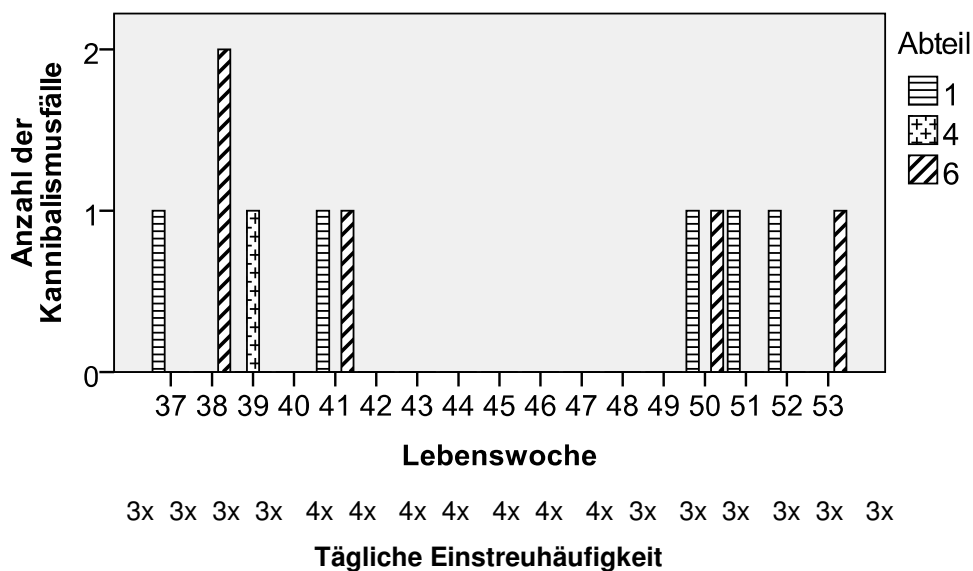
**Abb. 46: Prozentualer Anteil der Hennen, die an mindestens einer Körperregion eine Verletzung aufwiesen, gemessen an der Gesamthennenzahl, in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum** (1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011)

#### 4. Ergebnisse

Darüber hinaus traten nennenswerte Verletzungen auch zwischen den monatlichen Untersuchungen auf, so dass diese nicht im Rahmen der Bonitur erfasst und ausgewertet wurden.

So kam es im März und im Juni 2011 insgesamt zu elf Fällen von durch Kannibalismus verursachten, massiven Verletzungen. Es waren ausschließlich LSL-Hennen betroffen, die in zehn Fällen aus denselben beiden Käfigen stammten (1x in Abteil 4, 5x in Abteil 1 und 5x in Abteil 6). In sieben der elf Fälle (64,0 %) waren die Verletzungen im Bereich des Bürzels bzw. des Ansatzes der Schwanzfedern lokalisiert. Insgesamt neun der Verletzungen traten während eines der beiden Intervalle mit drei Mal täglicher Einstreugabe auf, während die übrigen beiden Kannibalismusfälle während des Intervalls mit vier Mal täglicher Einstreugabe geschahen.

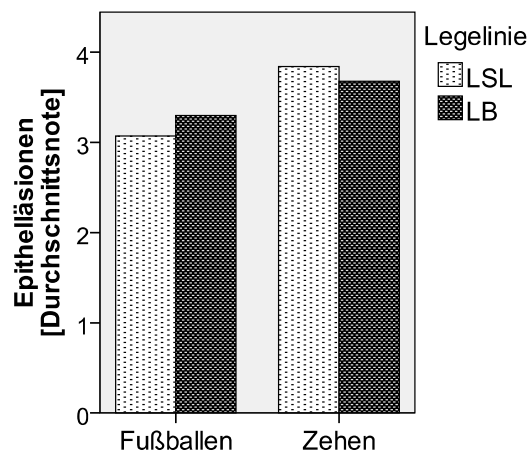
Unter den LB-Hennen wurden derartige Verletzungen nie beobachtet.



**Abb. 47: Anzahl der durch Kannibalismus verletzen LSL-Hennen in Abhängigkeit von der Lebenswoche und des Abteils**

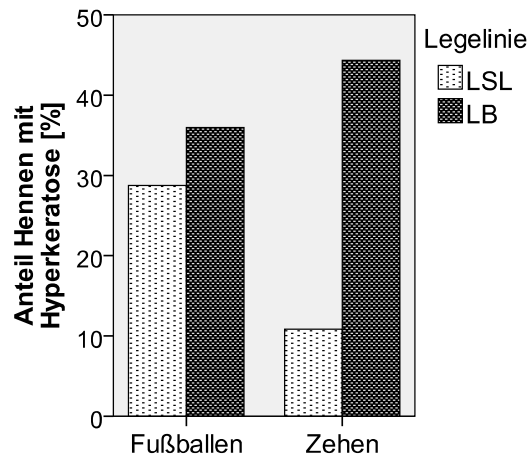
#### 4.4.1.3. Fußgesundheits

Epithelläsionen traten bei beiden Legelinien in geringerem Maße häufiger an den Zehen als an den Ballen auf. Während die Mittelwerte der Noten für den Ballenzustand bei den LSL-Hennen bei 3,1 ( $\pm$  SEM 0,07) und bei den LB-Hennen bei 3,3 ( $\pm$  SEM 0,06) betrug, wurden an den Zehen Mittelwerte von 3,8 ( $\pm$  SEM 0,03) (LSL) bzw. 3,7 ( $\pm$  SEM 0,04) (LB) ermittelt. Was die Läsionen an den Fußballen anging, so galten die Unterschiede zwischen den Legelinien als nicht signifikant ( $p = 0,450$ ), wohingegen die Unterschiede zwischen den Untersuchungszeiträumen signifikant ( $p < 0,001$ ) waren. Bezüglich der Zehenläsionen bestanden weder zwischen den Legelinien noch zwischen den Untersuchungszeiträumen signifikante Unterschiede ( $p = 0,562$  bzw.  $p = 0,471$ ).



**Abb. 48: Durchschnittsnote der Epithelläsionen an den Ständern, in Abhängigkeit von der Region und der Legelinie über die gesamte Legeperiode hinweg** (Note 4 = keine Läsionen, 3 = oberflächliche Läsion, 2 = Läsion ab 2 mm und evtl. verdickt, 1 = hochgradige Läsion mit von dorsal sichtbarer Schwellung)

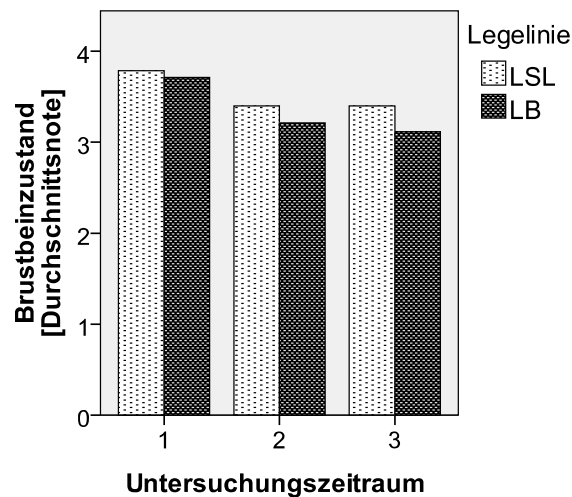
Eine Hyperkeratose am Fußballen trat bei 28,8 % ( $\pm$  SEM 2,93) der LSL-Hennen und bei 36,0 % ( $\pm$  SEM 3,11) der LB-Hennen auf. Damit bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Linien ( $p = 0,195$ ). Das Vorkommen einer Hyperkeratose an den Zehen unterschied sich dagegen signifikant ( $p < 0,001$ ) zwischen den Legelinien. Hier zeigten die LSL-Hennen in 10,8 % ( $\pm$  SEM 2,01) der Fälle eine Hyperkeratose und die LB-Hennen in 44,4 % ( $\pm$  SEM 3,22) der Fälle.



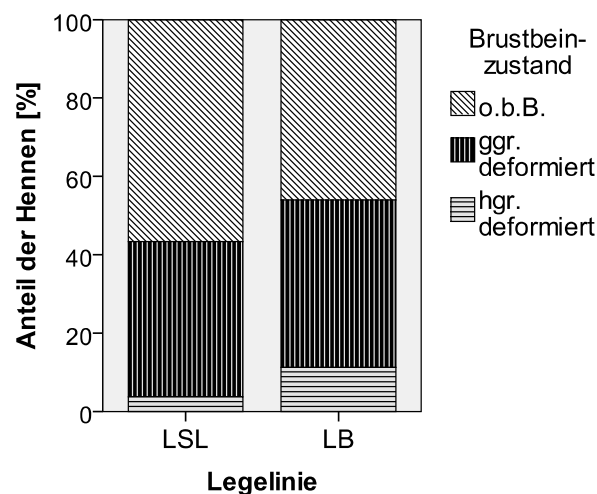
**Abb. 49: Prozentuale Anteile der Hennen mit Hyperkeratose an den Ständern, in Abhängigkeit von der Region und der Legelinie über die gesamte Legeperiode hinweg**

### 4.4.1.4. Brustbeinzustand

Die LSL-Hennen lagen mit einem Mittelwert der Noten von 3,5 ( $\pm$  SEM 0,04) nicht signifikant ( $p = 0,179$ ) über dem Mittelwert der LB-Hennen mit 3,4 ( $\pm$  SEM 0,04). Bei beiden Linien war eine Verschlechterungstendenz des Brustbeinzustands über die Untersuchungszeiträume hinweg zu beobachten. So betrug der durchschnittliche Anteil der Hennen mit palpatorisch unauffälligem Brustbein (Note 4) im ersten Untersuchungszeitraum bei der Linie LSL 80,0 % und bei der Linie LB 72,5 %. Im zweiten Untersuchungszeitraum betrug dieser Anteil bei den LSL-Hennen nur noch 41,3 % und bei den LB-Hennen 36,3 %. Während sich der Anteil der LSL-Hennen mit befundlosem Brustbein im letzten Untersuchungszeitraum wieder bis auf 48,8 % steigerte, sank der Anteil bei den LB-Hennen weiter ab bis auf 29,1 %. Der Anteil an Hennen mit hochgradig verändertem Brustbein (Note 2) belief sich bei den LSL-Hennen im ersten und zweiten Untersuchungszeitraum auf 1,3 % und im dritten Zeitraum auf 8,8 %. Unter den LB-Hennen stieg der Anteil hochgradig deformierter Brustbeine von 1,3 % im ersten Untersuchungszeitraum, über 15,0 % im zweiten auf 17,7 % im dritten Untersuchungszeitraum an. Die Unterschiede zwischen den Untersuchungszeiträumen waren als signifikant zu bezeichnen ( $p < 0,001$ ).



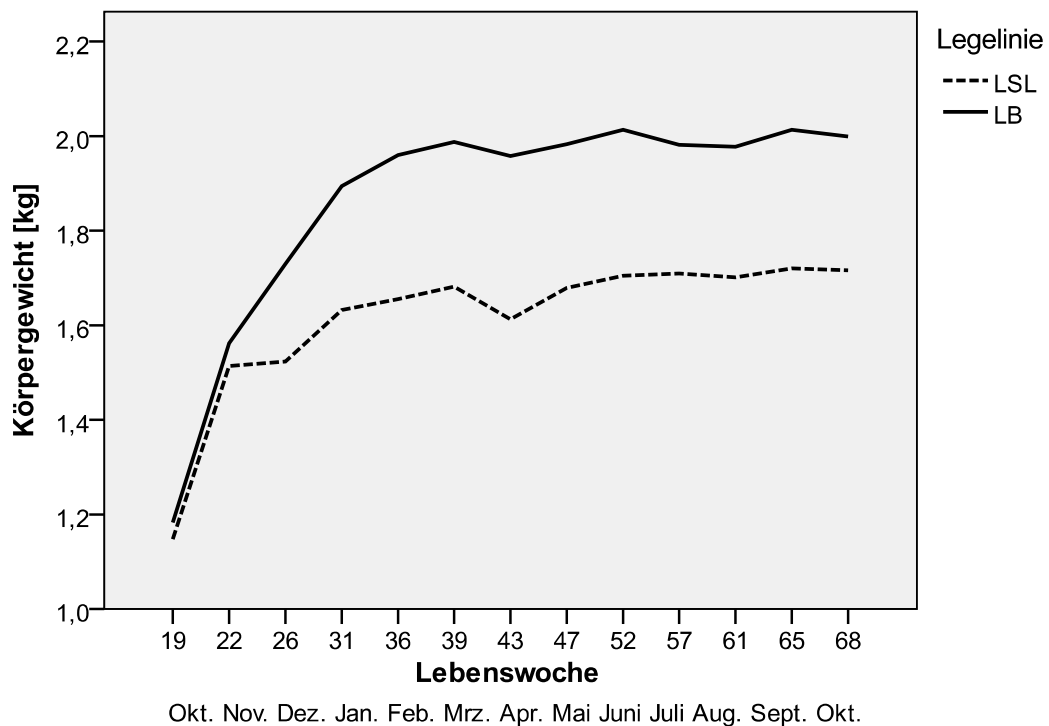
**Abb. 50: Durchschnittliche Note des Brustbeinzustands in Abhängigkeit von der Legelinie und dem Untersuchungszeitraum** (1. UZR: Nov. 2010 bis Feb. 2011, 2. UZR: Mrz. 2011 bis Juni 2011, 3. UZR: Juli 2011 bis Okt. 2011, Note 4 = o.b.B., 3 = geringgradig deformiert, 2 = hochgradig deformiert)



**Abb. 51: Prozentualer Anteil der Hennen mit verschiedenen Brustbeinzuständen in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode hinweg**

### 4.4.1.5. Körpergewicht

Das mittlere Körpergewicht der LSL-Hennen lag mit 1,6 kg ( $\pm$  SEM 0,01) signifikant ( $p < 0,001$ ) unter dem der LB-Hennen mit 1,9 kg ( $\pm$  SEM 0,01). Während die Hennen in der Wachstumsphase stark zunahmen, schien ab der 39. Lebenswoche das Endgewicht erreicht zu sein und blieb im Folgenden annäherungsweise gleich, d.h. bei den LSL-Hennen im Mittel bei 1,7 kg und bei den LB-Hennen durchschnittlich bei 2,0 kg. Somit nahm auch die Lebenswoche einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf das Gewicht der Hennen.

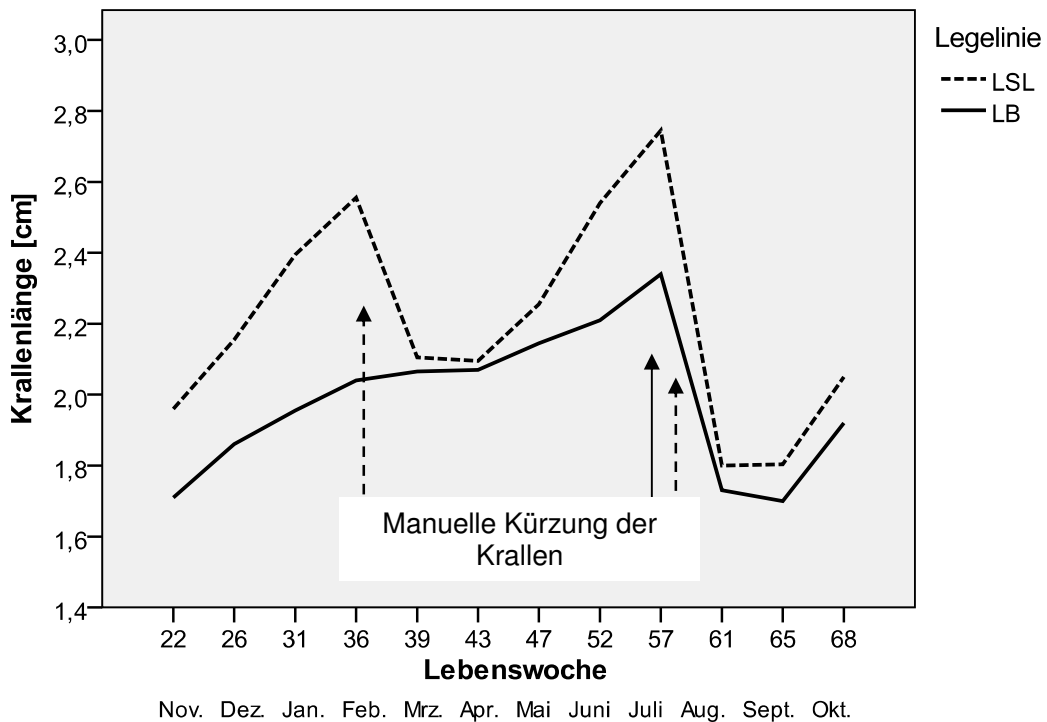


**Abb. 52: Durchschnittliches Körpergewicht (kg) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie**

### 4.4.1.6. Krallen

Die Krallen waren bei den LSL-Hennen mit einem Mittelwert von 2,2 cm ( $\pm$  SEM 0,02) signifikant ( $p < 0,001$ ) länger als bei den LB-Hennen mit einem Mittelwert von 2,0 cm ( $\pm$  SEM 0,02). Der zeitliche Aspekt nahm ebenfalls signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf die Krallenlänge.





**Abb. 53: Durchschnittliche Krallenlänge (cm) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Kürzung der Krallen erfolgte bei den LSL-Hennen zwei-, bei den LB-Hennen einmal.)

Die LSL-Hennen hatten mit einem Mittelwert von 0,1 ( $\pm$  SEM 0,02) nicht signifikant ( $p = 0,373$ ) mehr abgebrochene Krallen als die LB-Hennen mit einem Mittelwert von 0,1 ( $\pm$  SEM 0,01). Dagegen hatte das Alter der Hennen einen signifikanten Effekt ( $p < 0,001$ ), was vor allem auf die Untersuchung in der 57. Lebenswoche zurückging, in der bei den LSL-Hennen sechs abgebrochene Krallen und bei den LB-Hennen fünf abgebrochene Krallen gezählt wurden. Im Anschluss an die Untersuchung in der 57. Lebenswoche wurden die Krallen bei den LSL-Hennen erneut und bei den LB-Hennen erstmals gekürzt.

#### 4.4.2. Physiologische Blutparameter

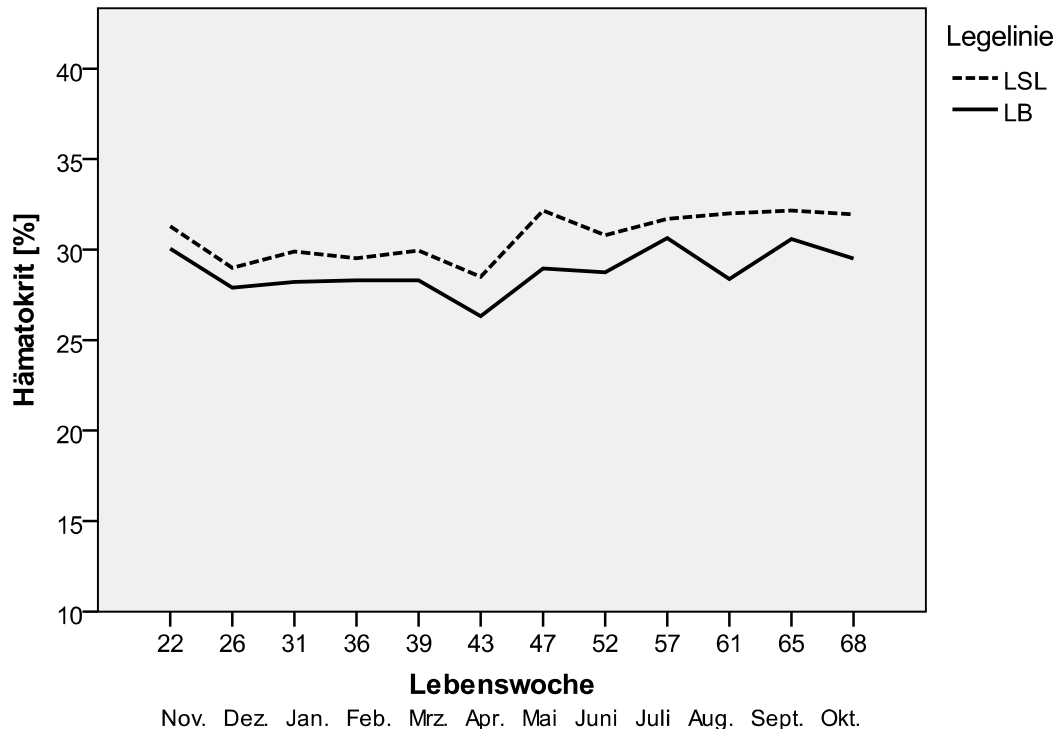
##### 4.4.2.1. Hämatokrit

Der mittlere Hämatokrit der LSL-Hennen war mit 30,7 % ( $\pm$  SEM 0,19) höher als der der LB-Hennen, die einen Mittelwert von 28,8 % ( $\pm$  SEM 0,20) aufwiesen. Der Unterschied zwischen den Legelinien war signifikant ( $p = 0,001$ ).

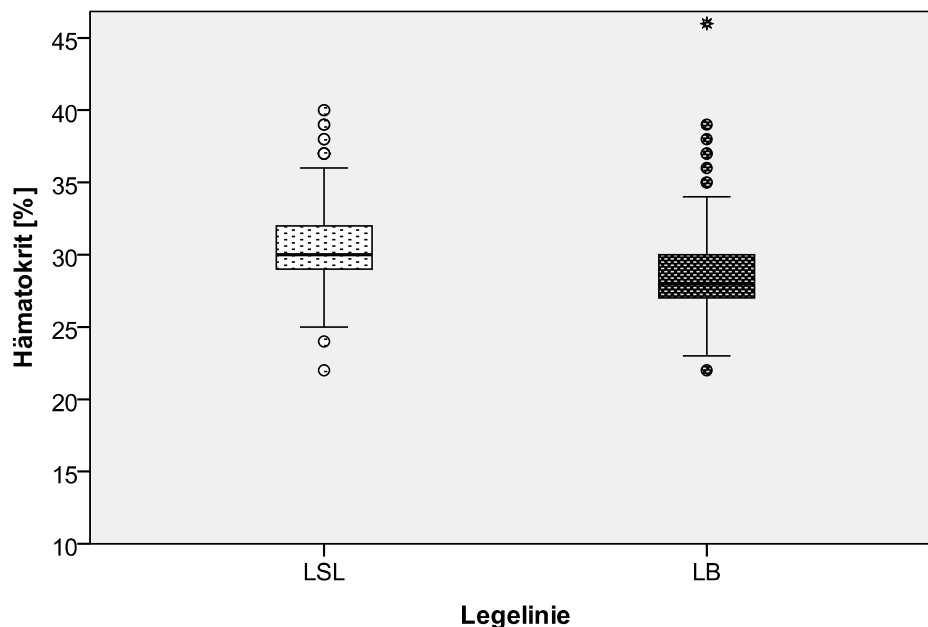
Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode zeigten beide Legelinien einen Tiefpunkt in der 43. Lebenswoche mit 28,5 % ( $\pm$  SEM 0,46) (LSL) bzw. 26,3 % ( $\pm$  SEM 0,44) (LB). Danach wies der Verlauf v. a. bei den LB-Hennen Schwankungen auf. Auch

#### 4. Ergebnisse

der Einfluss der Lebenswochen auf den Hämatokrit erwies sich als signifikant ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 54: Durchschnittlicher Hämatokrit (%) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** ( $n$  = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 232 Werte der 20 LSL-Hennen und 234 Werte für die 20 LB-Hennen)

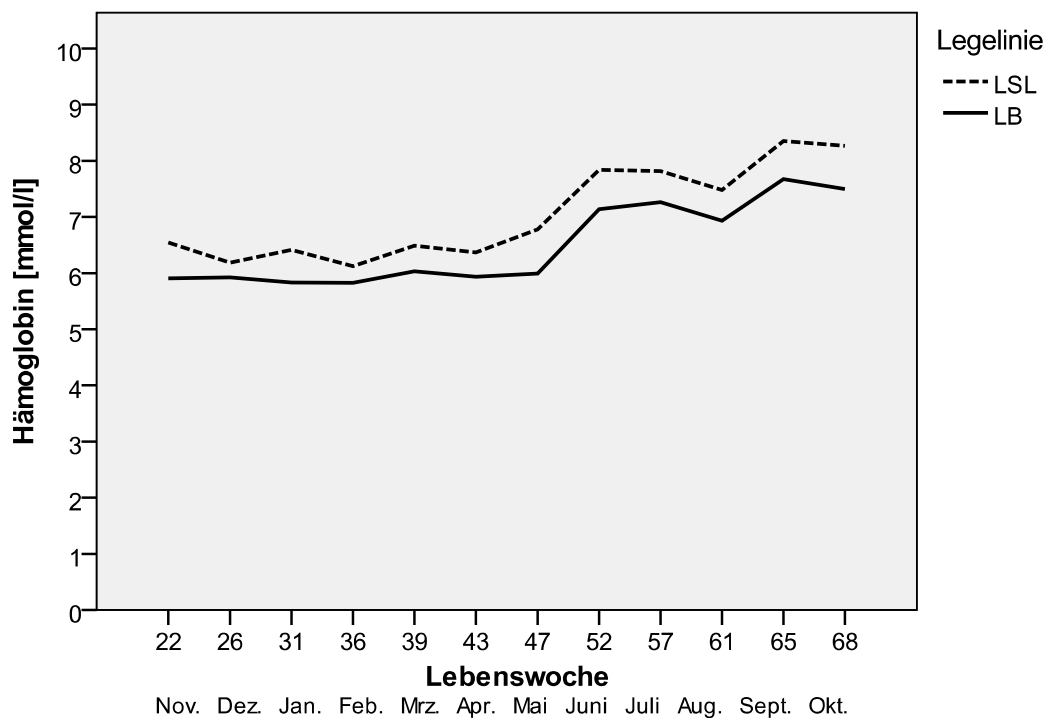


**Abb. 55: Hämatokrit über den gesamten Untersuchungszeitraum, in Abhängigkeit der Legelinie** ( $n$  = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 232 Werte der 20 LSL-Hennen und 234 Werte für die 20 LB-Hennen)

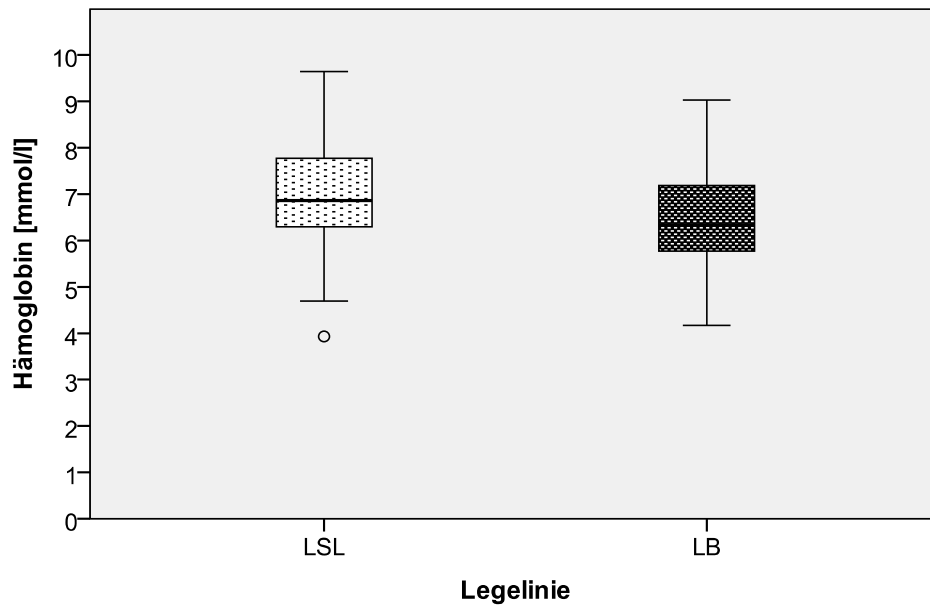
#### 4.4.2.2. Hämoglobin

Der mittlere Hämoglobingehalt betrug bei den LSL-Hennen 7,1 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,07) und bei den LB-Hennen 6,5 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,06). Mit  $p < 0,001$  war der Unterschied zwischen den Legelinien als signifikant zu bezeichnen.

Im zeitlichen Verlauf zeigte sich bei beiden Linien bis zur 47. Lebenswoche ein weitgehend konstanter Verlauf bei einem Mittelwert zwischen 6,1 ( $\pm$  SEM 0,13) und 6,8 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,12) bei den LSL-Hennen und zwischen 5,8 ( $\pm$  SEM 0,14) und 6,0 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,11). Ab der 52. Lebenswoche erhöhten sich die Werte bei beiden Linien und erreichten jeweils beim vorletzten Untersuchungszeitpunkt in der 65. Lebenswoche ein Maximum von 8,4 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,10) (LSL) bzw. 7,7 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,14) (LB).



**Abb. 56: Durchschnittlicher Hämoglobingehalt (mmol/l) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 232 Werte der 20 LSL-Hennen und 234 Werte für die 20 LB-Hennen)



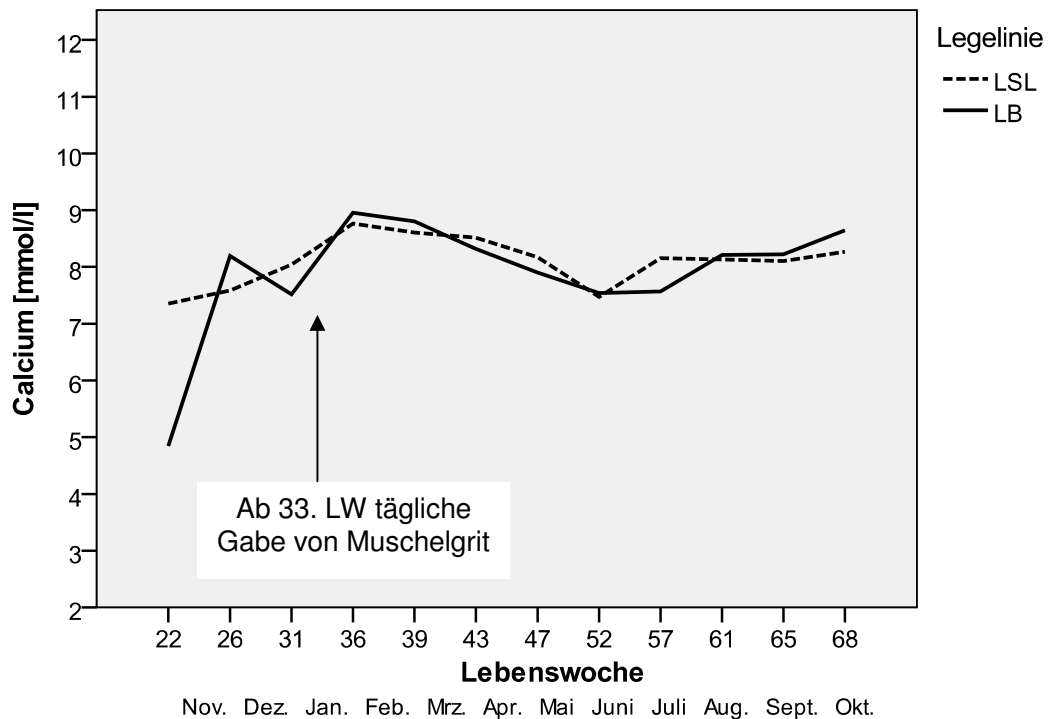
**Abb. 57: Hämoglobin über den gesamten Untersuchungszeitraum, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 232 Werte der 20 LSL-Hennen und 234 Werte für die 20 LB-Hennen)

### 4.4.2.3. Calcium

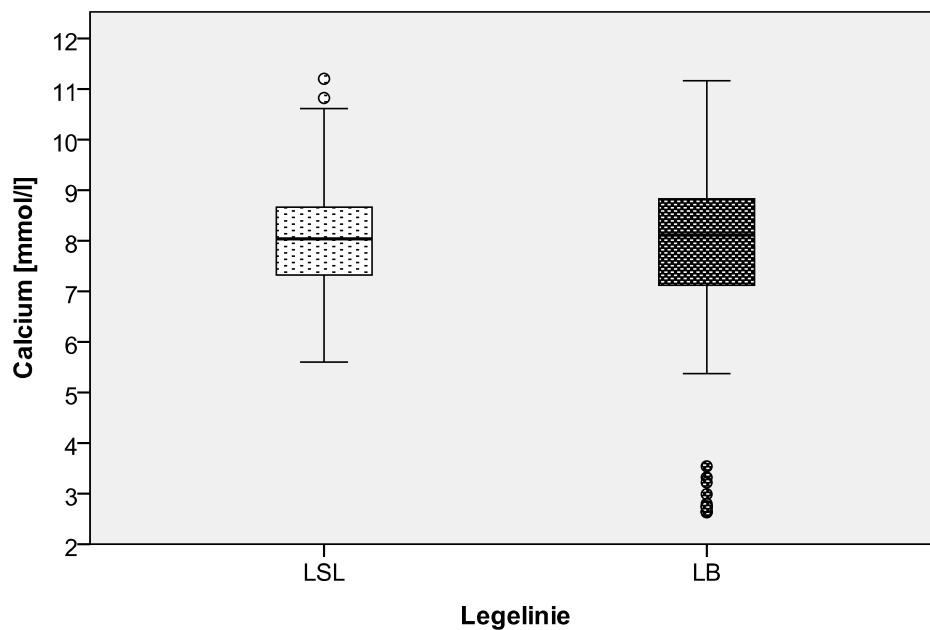
Die LSL-Hennen wiesen mit durchschnittlich 8,1 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,09) keine signifikant ( $p = 0,097$ ) höhere Calciumkonzentration auf als die LB-Hennen mit 7,7 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,17).

Bei der Betrachtung der Calciumwerte im Bezug auf das Alter der Hennen zeigte sich bei beiden Linien ein ähnlicher Verlauf. Beim ersten Untersuchungszeitpunkt, bei dem die Hennen 22 Wochen alt waren, ergaben sich minimale Werte von 7,4 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,34) (LSL) bzw. 4,8 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,55) (LB). Diese stiegen dann an, um in der 36. Lebenswoche einen Höhepunkt von 8,7 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,42) (LSL) bzw. 9,0 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,23) (LB) zu erreichen. Im weiteren Verlauf verliefen die Werte knapp unter den Maximalwerten. Der Unterschied zwischen den Lebenswochen war signifikant ( $p < 0,001$ ).

#### 4. Ergebnisse



**Abb. 58: Durchschnittliche Calciumkonzentration (mmol/l) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 144 Werte bei den 20 LSL-Hennen und 126 Werte für die 20 LB-Hennen)

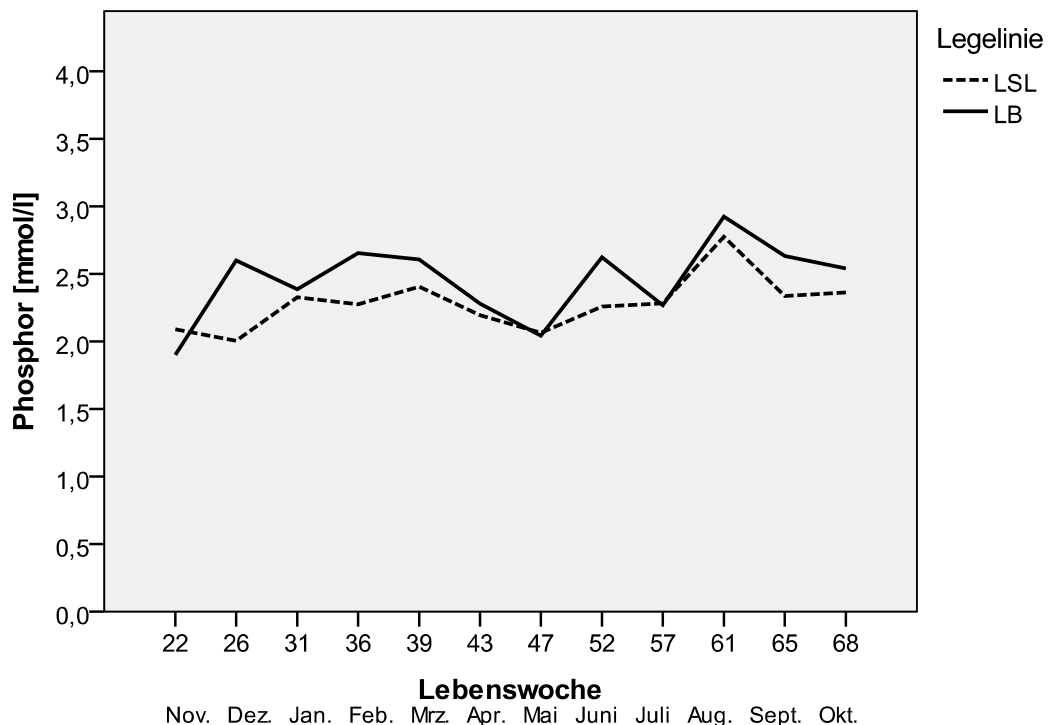


**Abb. 59: Calciumgehalt im Serum über den gesamten Untersuchungszeitraum, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 144 Werte bei den 20 LSL-Hennen und 126 Werte für die 20 LB-Hennen)

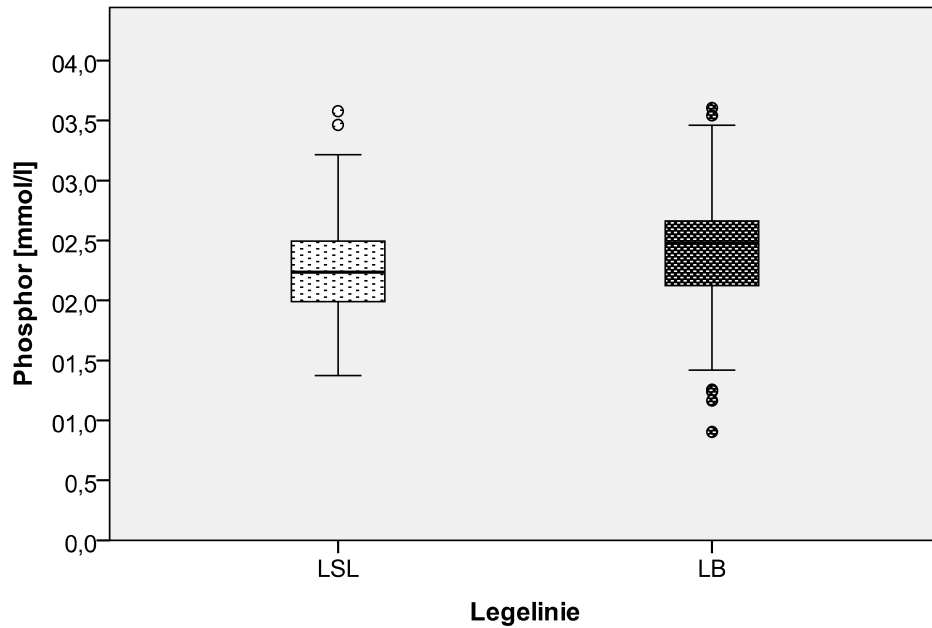
#### 4.4.2.4. Phosphor

Der Phosphorgehalt betrug bei den LSL-Hennen im Mittel 2,3 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,03) und bei den LB-Hennen 2,4 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,04). Es ergab sich kein signifikanter ( $p = 0,076$ ) Unterschied zwischen den Legelinien.

Im Bezug zum Alter der Hennen zeigte sich bei keiner der beiden Linien eine bestimmte Auf- oder Abwärtstendenz der Phosphorkonzentration. Die Werte schwankten bei den LSL-Hennen zwischen 2,0 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,08) und 2,8 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,16) und bei den LB-Hennen zwischen 1,9 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,13) und 2,9 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,10). Es bestand ein signifikanter ( $p < 0,001$ ) Unterschied zwischen den Lebenswochen.



**Abb. 60: Durchschnittliche Phosphorkonzentration (mmol/l) im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie**  
( $n$  = Anzahl der Proben  $\times$  12 Untersuchungstage, d.h. 144 Werte der 20 LSL-Hennen und 125 Werte für die 20 LB-Hennen)



**Abb. 61: Phosphorgehalt im Serum über den gesamten Untersuchungszeitraum, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 144 Werte der 20 LSL-Hennen und 125 Werte für die 20 LB-Hennen)

#### 4.4.2.5. Calcium-Phosphor-Verhältnis

Das Calcium-Phosphor-Verhältnis der LSL-Hennen lag mit durchschnittlich 3,6:1 über dem der LB-Hennen mit 3,2:1. Der zeitliche Verlauf der Legeperiode wies bei beiden Linien geringe Schwankungen auf.

**Tab. 8: Calcium-Phosphor-Verhältnis im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der auswertbaren Blutproben)

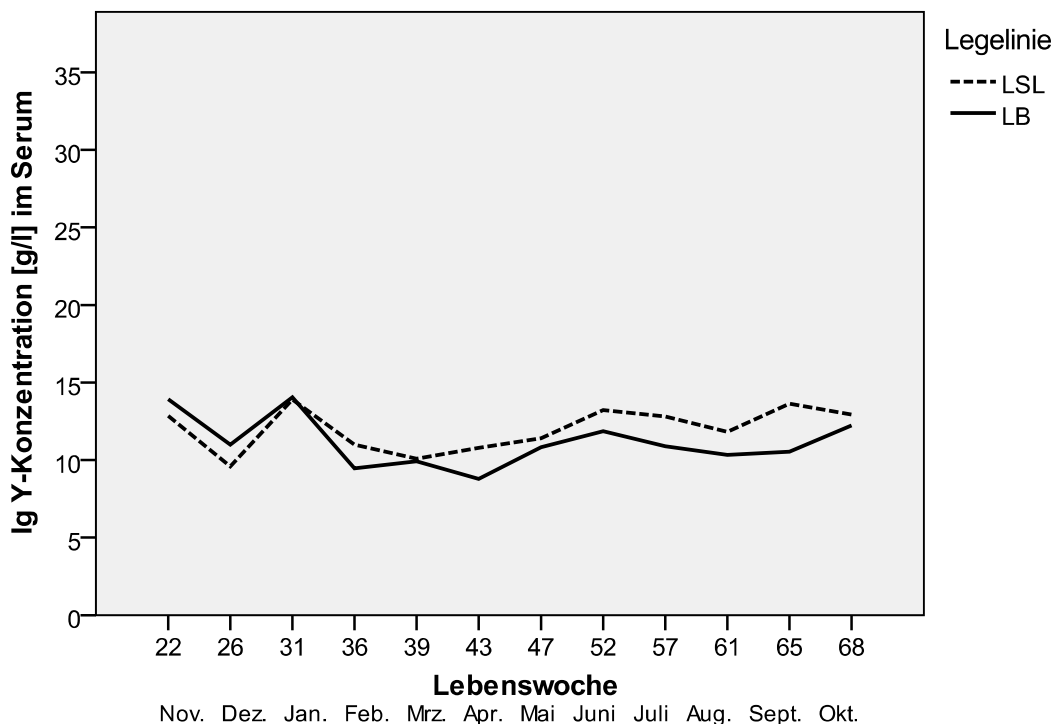
| Lebenswoche | LSL |       | LB |       |
|-------------|-----|-------|----|-------|
|             | n   | Ca:P  | n  | Ca:P  |
| 22          | 17  | 3,5:1 | 17 | 2,6:1 |
| 26          | 14  | 3,8:1 | 7  | 3,2:1 |
| 31          | 12  | 3,5:1 | 14 | 3,2:1 |
| 36          | 10  | 3,9:1 | 14 | 3,4:1 |
| 39          | 14  | 3,6:1 | 6  | 3,4:1 |
| 43          | 13  | 3,9:1 | 10 | 3,7:1 |
| 47          | 2   | 4,0:1 | 7  | 3,9:1 |
| 52          | 10  | 3,3:1 | 6  | 2,9:1 |
| 57          | 17  | 3,6:1 | 14 | 3,3:1 |
| 61          | 8   | 2,9:1 | 10 | 2,8:1 |
| 65          | 12  | 3,5:1 | 8  | 3,1:1 |
| 68          | 15  | 3,5:1 | 12 | 3,4:1 |

### 4.4.3. Immunologie

#### 4.4.3.1. Immunglobulin Y-Gehalt im Serum

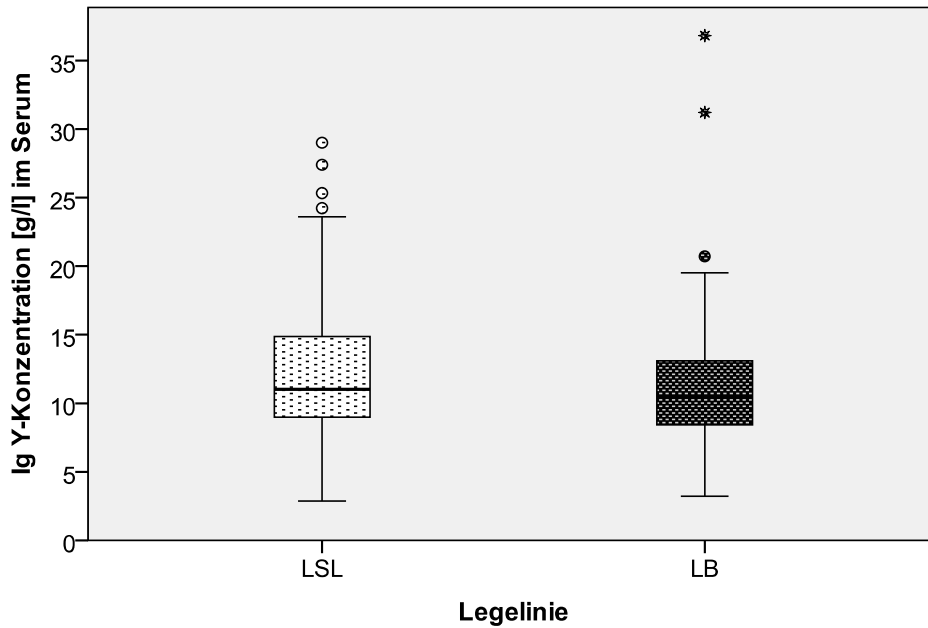
Mit einer mittleren Ig Y-Konzentration von 12,0 g/l ( $\pm$  SEM 0,29) hatten die LSL-Hennen höhere Serumwerte als die LB-Hennen mit 11,1 g/l ( $\pm$  SEM 0,28). Es stellte sich kein signifikanter ( $p=0,191$ ) Unterschied zwischen den Legelinien heraus.

Die mittlere Ig-Y Konzentration betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt vier Wochen nach dem Einstellen 12,9 g/l ( $\pm$  SEM 1,18) (LSL) bzw. 13,9 g/l ( $\pm$  SEM 1,30) (LB) und sank danach ab, um in der 31. Lebenswoche bei beiden Legelinien auf ein Maximum von 13,9 g/l ( $\pm$  SEM 1,38) (LSL) bzw. 14,1 g/l ( $\pm$  SEM 2,03) (LB) zu steigen. Eine minimale Ig-Y Konzentration zeigten die LSL-Hennen mit 9,6 g/l ( $\pm$  SEM 0,52) in der 26. Lebenswoche und die LB-Hennen mit 8,8 g/l ( $\pm$  SEM 0,54) in der 43. Lebenswoche. Das Alter der Hennen nahm signifikant Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf den Ig Y-Gehalt im Serum.



**Abb. 62: Durchschnittlicher Ig Y-Gehalt des Serums (g/l) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 225 Werte der 20 LSL-Hennen und 208 Werte für die 20 LB-Hennen)



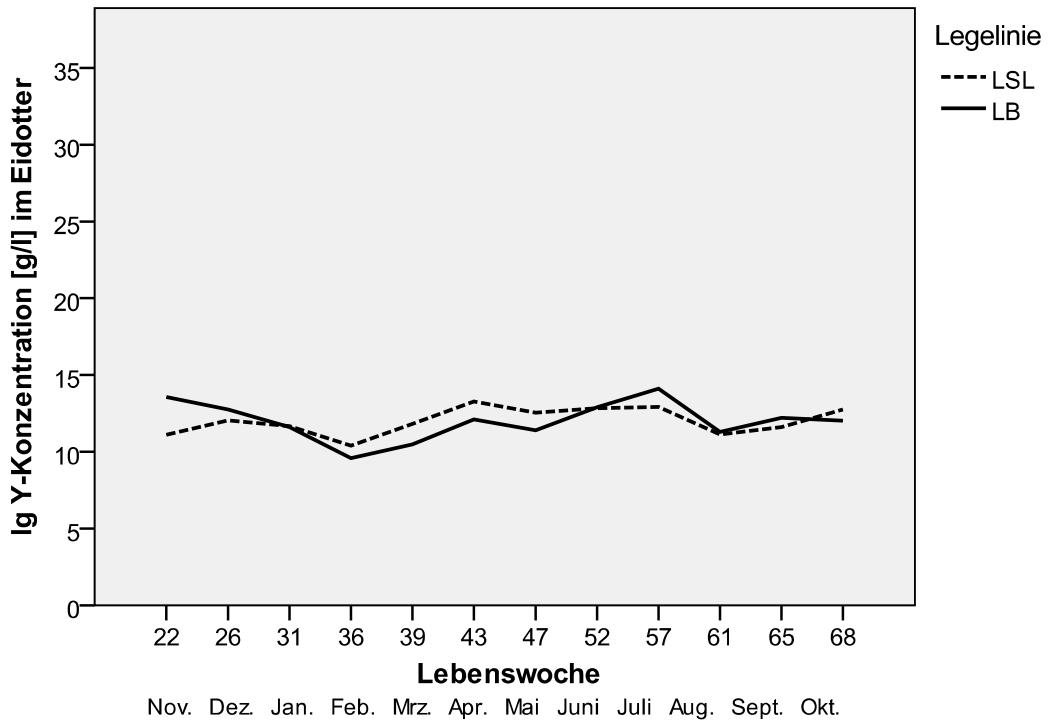


**Abb. 63: Ig Y-Konzentration (g/l) im Serum über die gesamte Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 225 Werte der 20 LSL-Hennen und 208 Werte für die 20 LB-Hennen)

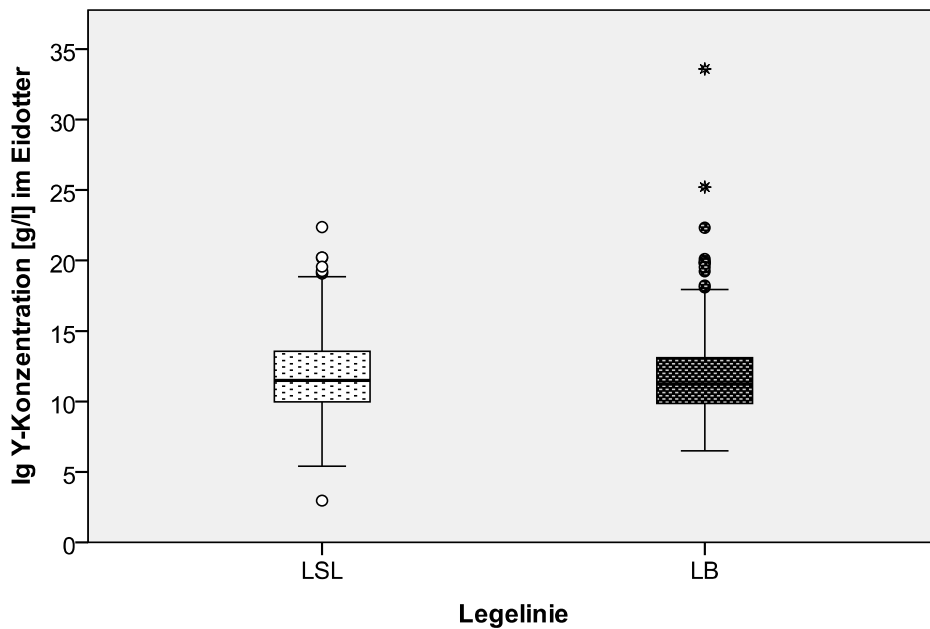
#### 4.4.3.2. Immunglobulin Y-Gehalt im Eidotter

Auch im Eidotter wiesen die LSL-Hennen mit einem Mittelwert von 12,1 g/l ( $\pm$  SEM 0,20) eine höhere Ig Y-Konzentration auf als die LB-Hennen mit 11,9 g/l ( $\pm$  SEM 0,25). Wieder hatte die Legelinie keinen signifikanten Einfluss ( $p = 0,733$ ).

Im zeitlichen Verlauf zeigten sich Schwankungen, die bei den LSL-Hennen zwischen 10,4 ( $\pm$  SEM 0,49) und 13,3 g/l ( $\pm$  SEM 0,85) variierten und bei den LB-Hennen von 9,6 ( $\pm$  SEM 0,38) bis 14,1 g/l ( $\pm$  SEM 1,59) pendelten. Die niedrigsten Werte hatten beide Legelinien im Alter von 36 Wochen. Die Lebenswoche wies damit einen signifikanten Effekt auf den Ig Y-Gehalt auf ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 64: Durchschnittlicher Ig Y-Gehalt (g/l) des Eidotters im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 227 Werte der 20 LSL-Hennen und 195 Werte für die 20 LB-Hennen)

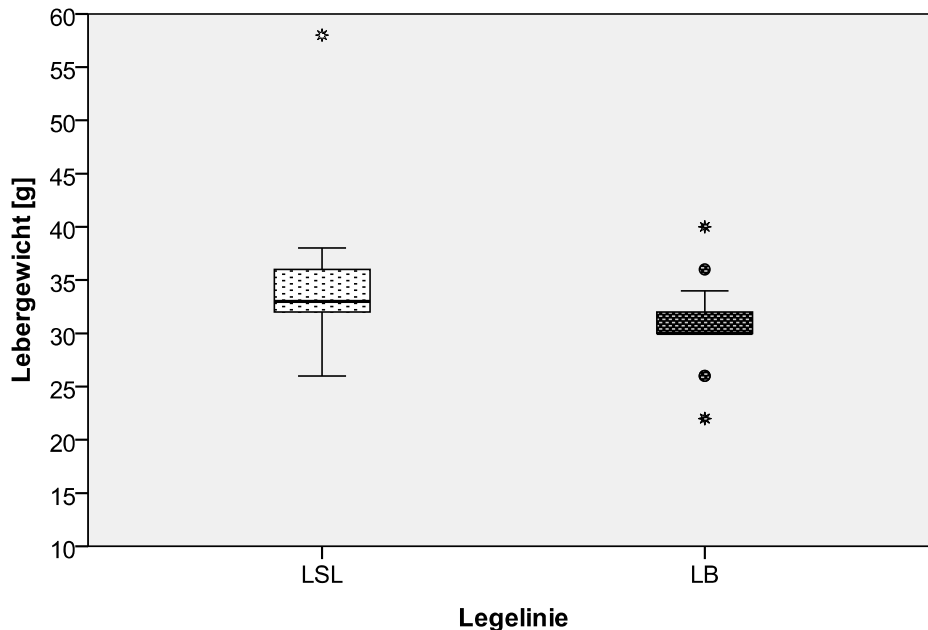


**Abb. 65: Ig Y-Konzentration im Eidotter über die gesamte Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Proben x 12 Untersuchungstage, d.h. 227 Werte der 20 LSL-Hennen und 195 Werte für die 20 LB-Hennen)

#### 4.4.4. Post mortem-Untersuchungen

##### 4.4.4.1. Lebergewicht

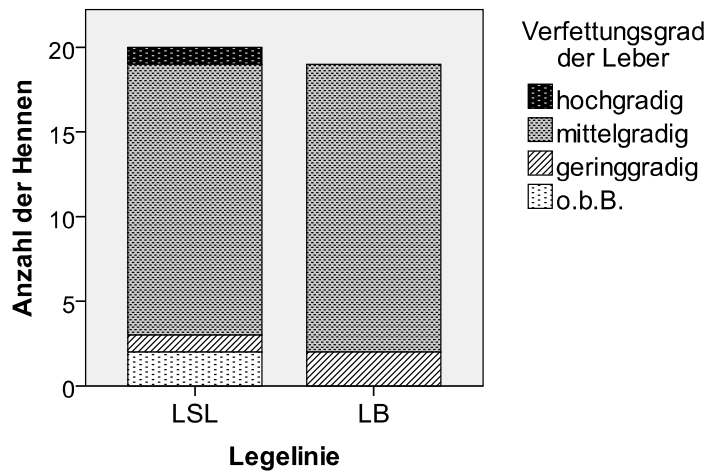
Mit 34,3 g ( $\pm$  SEM 1,49) wies das mittlere Lebergewicht bei den LSL-Hennen einen signifikant ( $p < 0,05$ ) höheren Wert auf gegenüber den LB-Hennen mit 30,4 g ( $\pm$  SEM 0,99).



**Abb. 66: Lebergewicht (g) in Abhängigkeit der Legelinie**  
(n= 20 bei LSL, n= 19 bei LB)

##### 4.4.4.2. Verfettungsgrad der Leber

Der Verfettungsgrad der Lebern unterschied sich zwischen den Legelinien nicht signifikant ( $p= 0,928$ ). Während die LSL-Hennen einen Mittelwert von 2,2 ( $\pm$  SEM 0,16) aufwiesen, betrug die Durchschnittsnote der LB-Hennen 2,1 ( $\pm$  SEM 0,07). Den mit Abstand größten Anteil nahmen bei beiden Linien die Lebern mit Note 2 (mittelgradige Verfettung) ein. Diese Note trat bei den LSL-Hennen 16 Mal (80,0 %) und unter den LB-Hennen 17 Mal (89,5 %) auf. Während die LB-Hennen darüber hinaus nur noch in zwei Fällen eine geringgradige Leberverfettung aufwiesen, war unter den LSL-Hennen je eine Henne (5,0 %) mit einer geringgradig (Note 3) und mit einer hochgradig (Note 1) verfetteten Leber zu finden und zwei Hennen (10,0 %), die völlig unauffällige Lebern aufwiesen (Note 4).



**Abb. 67: Anzahl der Hennen mit verschiedenen Verfettungsgraden der Lebern in Abhängigkeit der Legelinie** (n = 20 Werte von LSL-Hennen, 19 von LB-Hennen)

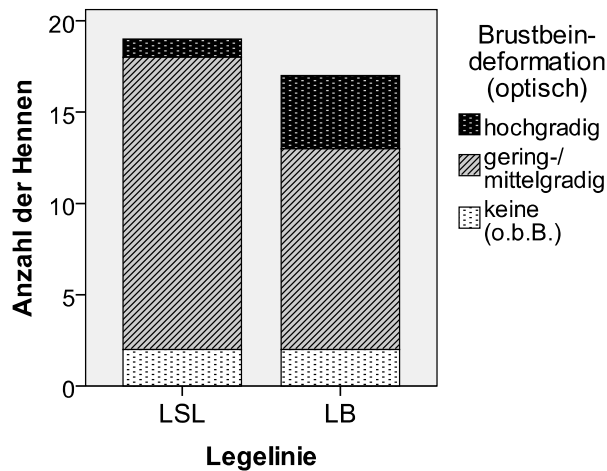
### 4.4.4.3. Milzgewicht

Die Ergebnisse wurden in geraden Zahlen, d.h. mit null Dezimalstellen ausgegeben. Die Milz wog bei beiden Legelinien im Mittel 2,0 g ( $\pm$  SEM 0,00) und unterschied sich damit nicht signifikant (aufgrund der Standardabweichung, die bei beiden Gruppen gleich null betrug, konnte kein p-Wert errechnet werden).

### 4.4.4.4. Brustbeindeformation

Das Auftreten und Ausmaß an optisch erkennbaren Brustbeindeformationen unterschied sich zwischen den beiden Linien nicht signifikant ( $p = 0,302$ ). Die LSL-Hennen erreichten mit 3,1 ( $\pm$  SEM 0,09) eine bessere Durchschnittsnote als die LB-Hennen mit 2,9 ( $\pm$  SEM 0,15).

Bei beiden Linien dominierten unter den Brustbeindeformationen deutlich die gering- bis mittelgradigen Verformungen (Note 3). Brustbeine ohne optisch erkennbare Verformung (Note 4) kamen bei beiden Linien je zwei Mal vor. Dagegen wiesen die LB-Hennen mit vier Fällen (entspricht 23,5 % aller beurteilten LB-Hennen) eine wesentlich höhere Zahl an hochgradig deformierten Brustbeinen (Note 2) auf gegenüber den LSL-Hennen, bei denen diese extreme Ausprägung nur in einem Fall auftrat (5,3 % aller beurteilten LSL-Hennen). Von einer LSL-Henne und drei LB-Hennen lagen aus organisatorischen Gründen keine Werte vor.

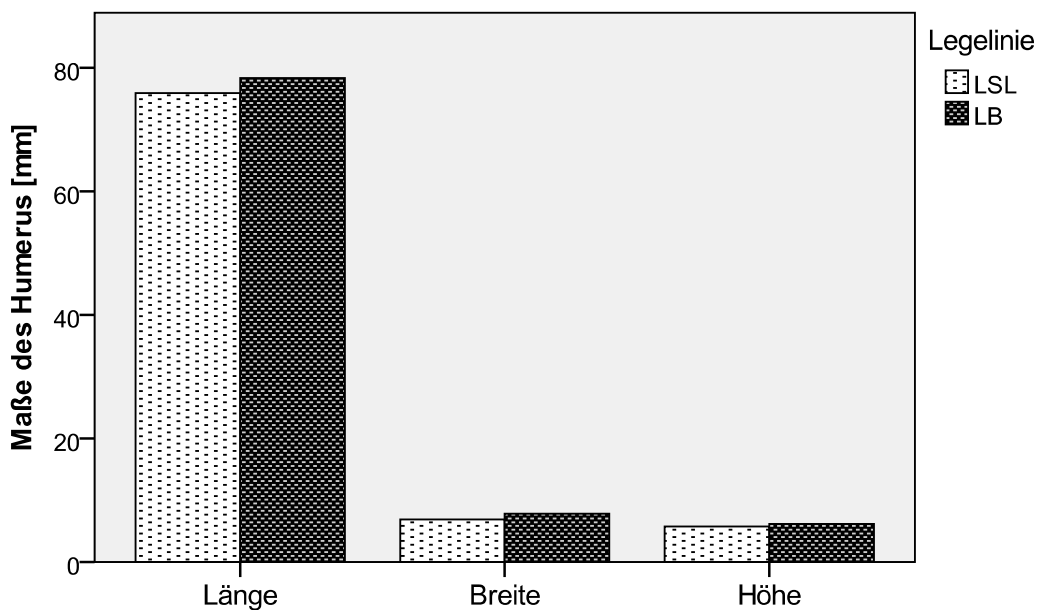


**Abb. 68: Anzahl der Hennen mit den unterschiedlichen Graden an Brustbeinverkrümmungen nach der optischen Begutachtung in Abhängigkeit der Legelinie**

(n= 19 Wert bei den LSL-Hennen und 17 Werte bei den LB-Hennen)

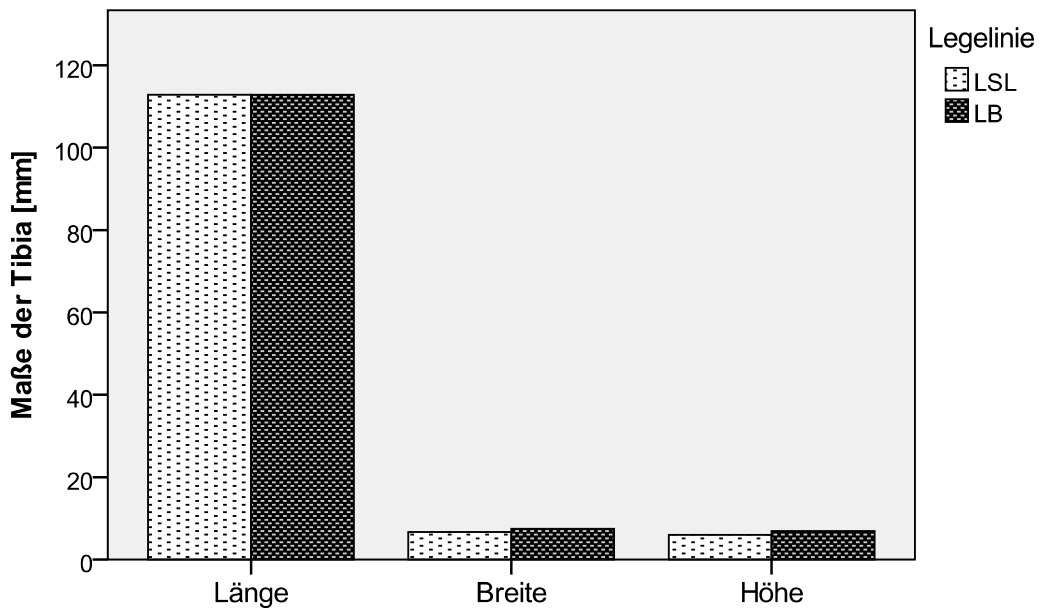
#### 4.4.4.5. Knochenmaße

Der Oberarmknochen (*Humerus*) wies bei den LSL-Hennen im Mittel eine Länge von 75,9 mm ( $\pm$  SEM 0,31), eine Breite von 6,9 mm ( $\pm$  SEM 0,06) und eine Höhe von 5,8 mm ( $\pm$  SEM 0,05) auf. Für die LB-Hennen wurden Mittelwerte von 78,4 mm Länge ( $\pm$  SEM 0,33), 7,9 mm Breite ( $\pm$  SEM 0,06) und 6,2 mm Höhe ( $\pm$  SEM 0,04) ermittelt. Damit unterschieden sich alle Maße zwischen den Legelinien signifikant ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 69: Durchschnittliche Länge, Breite und Höhe der Humeri (mm) in Abhängigkeit der Legelinie** (n = je 40 Werte von LSL-Hennen und LB-Hennen)

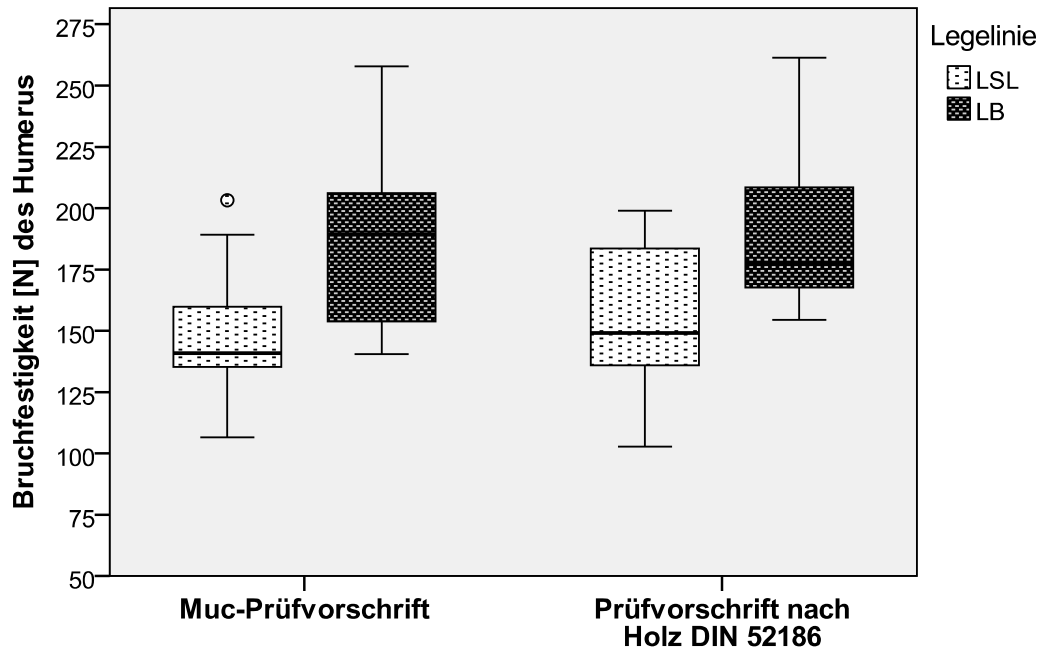
Die Mittelwerte für den Schienbeinknochen (*Tibia*) betrugen bei den LSL-Hennen eine Länge von 112,9 mm ( $\pm$  SEM 0,48), eine Breite von 6,7 mm ( $\pm$  SEM 0,05) und eine Höhe von 6,0 mm ( $\pm$  SEM 0,05). Die LB-Hennen wiesen im Mittel ebenfalls eine Länge von 112,9 mm ( $\pm$  SEM 0,49) und eine Breite von 7,5 mm ( $\pm$  SEM 0,05) sowie eine Höhe von 7,0 mm ( $\pm$  SEM 0,07) auf. Die Legelinien unterschieden sich damit nicht signifikant ( $p = 0,994$ ) hinsichtlich der Länge, jedoch signifikant ( $p < 0,001$ ) bezüglich Breite und Höhe der *Tibiae*.



**Abb. 70: Durchschnittliche Länge, Breite und Höhe der Tibiae (mm) in Abhängigkeit der Legelinie** (n = je 40 Werte von LSL-Hennen und LB-Hennen)

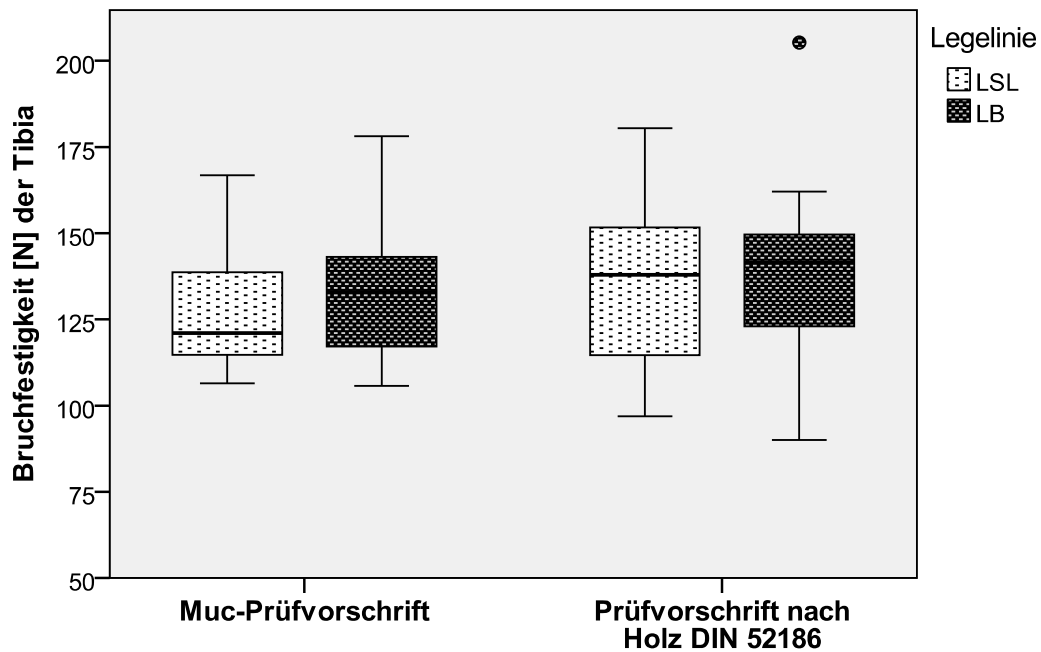
### 4.4.4.6. Knochenbruchfestigkeit

Der *Humerus* wies bei den LSL-Hennen bei Anwendung der Muc-Prüfvorschrift eine signifikant ( $p < 0,001$ ) niedrigere mittlere Bruchfestigkeit von 148,0 N ( $\pm$  SEM 5,05) auf gegenüber der der LB-Hennen mit 185,9 N ( $\pm$  SEM 7,55). Unter der Anwendung der Prüfvorschrift nach Holz DIN 52186 konnten im Vergleich jeweils etwas höhere Werte als mit der Muc-Prüfvorschrift ermittelt werden. Diese lagen bei den LSL-Hennen mit 154,1 N ( $\pm$  SEM 5,96) signifikant ( $p < 0,001$ ) unter denen der LB-Hennen mit 192,8 N ( $\pm$  SEM 7,83).



**Abb. 71: Durchschnittliche Bruchfestigkeit der Humeri (N) in Abhängigkeit der Prüfvorschrift und der Legelinie** (n = je 20 Werte von LSL-Hennen und LB-Hennen pro Prüfvorschrift)

Die Bruchfestigkeit der *Tibia* lag allgemein unter den Werten des *Humerus*. Mit der Muc-Methode betrug der Mittelwert der Bruchfestigkeit hier bei den LSL-Hennen 127,9 N ( $\pm$  SEM 3,95) und lag bei den LB-Hennen bei 132,6 N ( $\pm$  SEM 4,26). Mit der Prüfvorschrift nach Holz DIN 52186 wurde ein Mittelwert von 135,0 N ( $\pm$  SEM 5,27) bei den LSL-Hennen gegenüber 136,6 N ( $\pm$  SEM 5,95) bei den LB-Hennen ermittelt. Somit gab es bei beiden Prüfvorschriften keinen signifikanten Unterschied zwischen den Legelinien ( $p=0,415$  bei der Muc-Prüfvorschrift und  $p=0,837$  bei der Holz-Vorschrift).



**Abb. 72: Durchschnittliche Bruchfestigkeit der Tibiae (N) in Abhängigkeit von der Prüfvorschrift und der Legelinie** (n = je 20 Werte von LSL-Hennen und LB-Hennen pro Prüfvorschrift)

## 4.5. Verhaltensbeobachtung

### 4.5.1. Ergebnisse des Scan Samplings

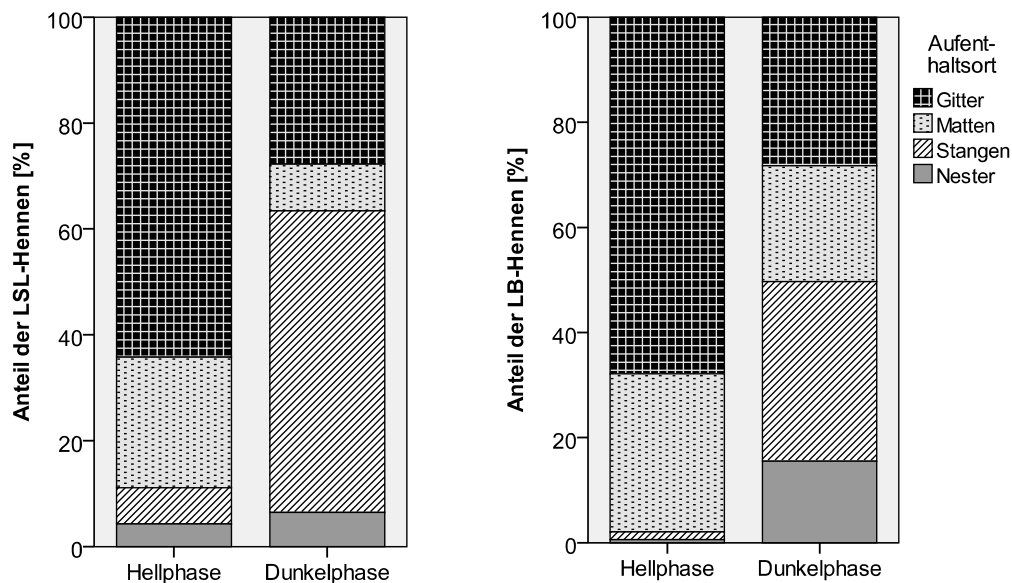
#### 4.5.1.1. Aufenthaltsort

Unter den LSL-Hennen befanden sich während der Hellphase (4:30 bis 18:00 Uhr) im Mittel 64,2 % ( $\pm$  SEM 0,36) auf dem Gitterboden und 24,7 % ( $\pm$  SEM 0,29) auf den Staubbadematten. Durchschnittlich 6,8 % ( $\pm$  SEM 0,27) der LSL-Hennen befanden sich auf den Sitzstangen und 4,3 % ( $\pm$  SEM 0,18) in den Nestern. Die LB-Hennen hielten sich in der Hellphase im Mittel zu 67,9 % ( $\pm$  SEM 0,28) auf dem Gitterboden, zu 30,1 % ( $\pm$  SEM 0,27) auf den Matten, zu 1,5 % ( $\pm$  SEM 0,12) auf den Sitzstangen und zu 0,6 % ( $\pm$  SEM 0,06) in den Nestern auf.

Während der Dunkelphase (von 18:30 bis 4:00 Uhr) befand sich im Vergleich zur Hellphase ein höherer Anteil der LSL-Hennen auf den Sitzstangen (57,0 %  $\pm$  SEM 2,21) und dafür waren weniger Hennen auf dem Boden (d.h. Gitter und Matte, 36,6 %  $\pm$  SEM 2,41) anzutreffen. Eine ähnliche Entwicklung fand während der Dunkelphase bei den LB-Hennen statt, so dass sich nur noch 50,3 % ( $\pm$  SEM 2,38) auf dem Boden, aber 34,2 % ( $\pm$  SEM 2,01) auf den Sitzstangen befanden. Als Schlafplatz wurden bei den LB-Hennen auch die Legenester



genutzt, in denen sich in der Dunkelphase im Mittel 15,5 % ( $\pm$  SEM 1,65) der Hennen aufhielten.



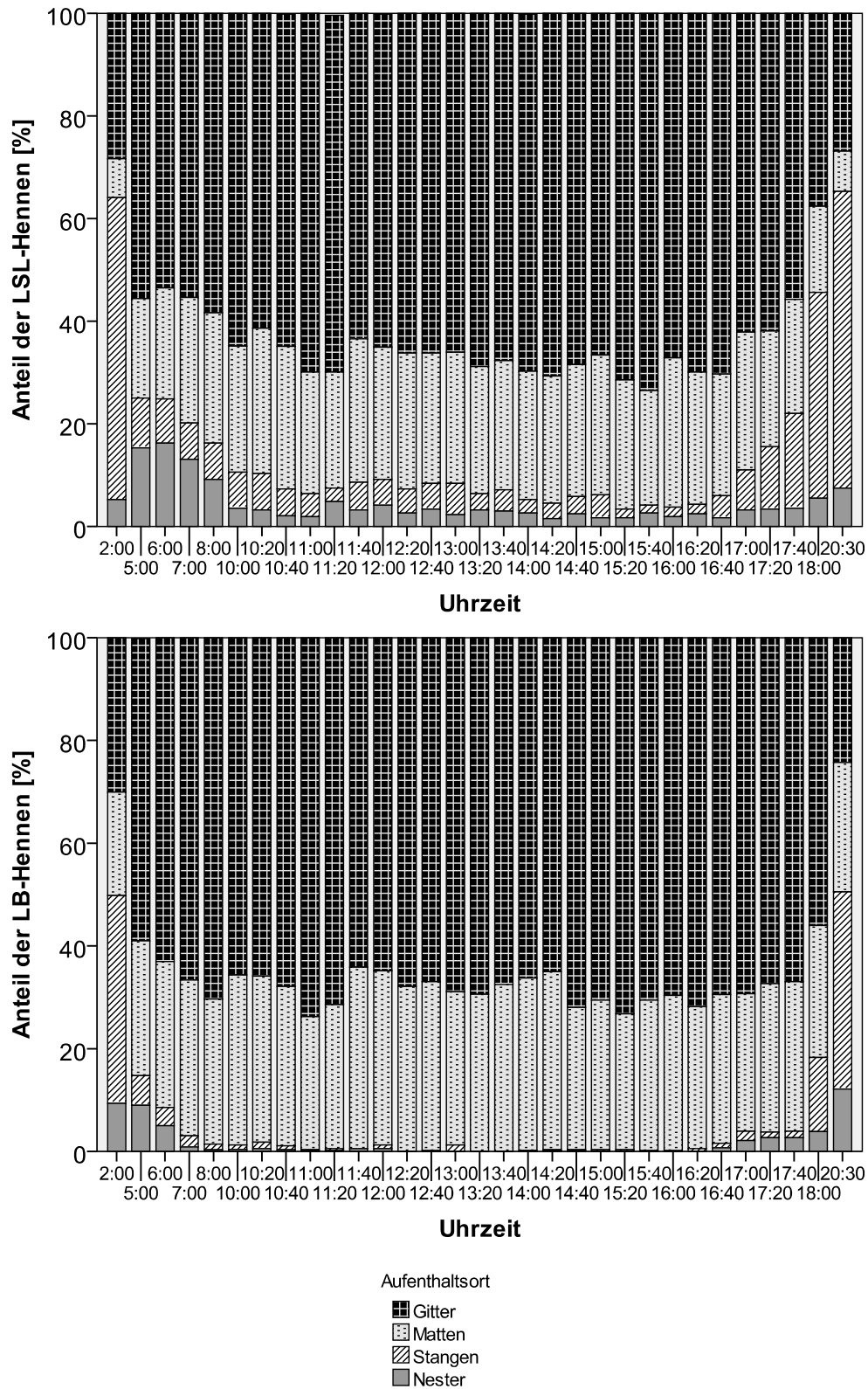
**Abb. 73: Prozentualer Anteil der Hennen an den verschiedenen Orten im Käfig (Gitter, Staubbadematten, Sitzstangen und Nester) in Abhängigkeit von der Beleuchtungsphase und der Legelinie** (n = 28 Beobachtungstage, Hellphase: Bei den ersten beiden Beobachtungstagen in der 21. Lebenswoche von 6:00 bis 17:00 Uhr, bei allen 26 weiteren Aufnahmen von 4:30 bis 18:00 Uhr, Dunkelphase von 17:30 bis 5:30 Uhr bzw. von 18:30 bis 4:00 Uhr)

In der Hellphase wurden die Legenester hauptsächlich während der frühen Morgenstunden, kurz nach Lichtbeginn genutzt. Im Vergleich zu anderen Tageszeiten, zu denen die Nester nur von ca. 1,0 bis 5,0 % der LSL-Hennen genutzt wurden, war von 5:00 bis einschließlich 8:00 Uhr ein relativ hoher Anteil der LSL-Hennen in einem Legenest zu beobachten (Maximum um 6:00 Uhr mit 16,2 %  $\pm$  SEM 1,59). Ein hoher Anteil der LB-Hennen war um 5:00 und um 6:00 Uhr in einem Nest, während mittags und nachmittags in vielen Stunden 0,0 % ( $\pm$  SEM 0,00) der Hennen in Nestern beobachtet wurden.

Der Anteil aufgebaumter Hennen war bei den LSL-Hennen bis einschließlich 10:20 Uhr konstant über 7,0 % und variierte im weiteren Tagesverlauf zwischen 2,0 und 6,0 %. Ab 15:20 Uhr waren stets unter 2,0 % der LSL-Hennen auf den Stangen zu beobachten, wobei der Anteil dann nach 17:00 Uhr bis in die Dunkelphase wieder kontinuierlich anstieg. Unter den LB-Hennen überschreitet der Anteil aufgebaumter Hennen nur in den frühen Morgenstunden 2,0 %. Zwischen 8:00 und 17:00 Uhr befanden sich nur vereinzelt über 1,0 % der LB-Hennen auf den Stangen. Auch hier begannen die Hennen schon vor Einbruch der

#### 4. Ergebnisse

Abenddämmerung Sitzplätze auf den Sitzstangen aufzusuchen, so dass um 18:00 Uhr im Mittel 14,4 % ( $\pm$  SEM 1,63) der LB-Hennen aufgebaumt hatten.



**Abb. 74: Durchschnittliche Anteile der Hennen (%) an den verschiedenen Orten im Käfigabteil (Gitter, Staubbadematten, Sitzstangen und Nester) über die gesamte Legeperiode hinweg, in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie (n = 28 Tage x 5 Abteile pro Legelinie, d.h. n = 140 pro Uhrzeit)**

Damit fanden sich bei allen Aufenthaltsorten signifikante ( $p < 0,001$ ) Unterschiede, was die Beleuchtungsphase und die Uhrzeiten anging. Im zeitlichen Verlauf bzw. zwischen den verschiedenen Einstreuintervallen fanden sich dagegen keine signifikanten Unterschiede, bezüglich des Aufenthaltes auf den Staubbadematten ( $p = 0,610$ ) bzw. dem Gitterboden ( $p = 0,367$ ). Der Gebrauch der Sitzstangen hingegen variierte signifikant ( $p < 0,05$ ) zwischen den einzelnen Einstreuintervallen, ebenso wie der Aufenthalt in den Legenestern ( $p < 0,001$ ). Bezüglich der Unterschiede zwischen den Legelinien stellte sich lediglich der Aufenthalt auf den Matten als signifikant heraus ( $p < 0,001$ ), während beim Gitter, den Nestern und den Sitzstangen keine signifikanten Differenzen zwischen den LSL- und den LB-Hennen ermittelt werden konnten ( $p = 0,389$ ,  $p = 0,223$ ,  $p = 0,107$ ).

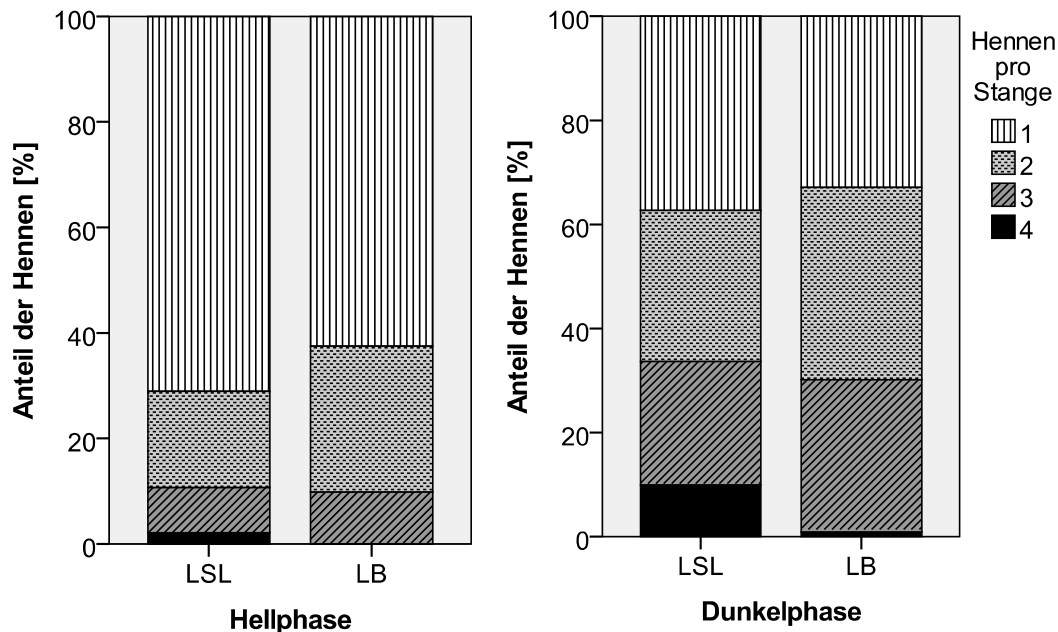
### 4.5.1.2. Nutzung der Ressourcen

#### Gemeinschaftliche Nutzung der Sitzstangen

Unter allen Fällen, in denen mindestens eine Henne auf einer Sitzstange saß, betrug die mittlere Anzahl an Tieren pro Sitzstange in der Hellphase bei den LSL-Hennen 1,4 ( $\pm$  SEM 0,02) und bei den LB-Hennen 1,5 ( $\pm$  SEM 0,04). Im Vergleich dazu war der Mittelwert in der Dunkelfase bei beiden Linien höher und zeigte 2,1 ( $\pm$  SEM 0,06) LSL-Hennen pro Stange bzw. 2,0 ( $\pm$  SEM 0,05) LB-Hennen pro Stange. Vier Hennen gleichzeitig auf einer Sitzstange wurden bei den LB-Hennen lediglich in 0,4 % der Fälle beobachtet (ausschließlich in der Dunkelfase). Die gleichzeitige Nutzung einer Sitzstange unterschied sich somit nicht signifikant ( $p = 0,551$ ) zwischen den Legelinien, jedoch sowohl bezüglich den Einstreuintervallen als auch der Beleuchtungsphase signifikant ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 75: Alle vier LSL-Hennen drängen sich auf eine Sitzstange (links), drei LB-Hennen sitzen auf einer Stange (rechts)**

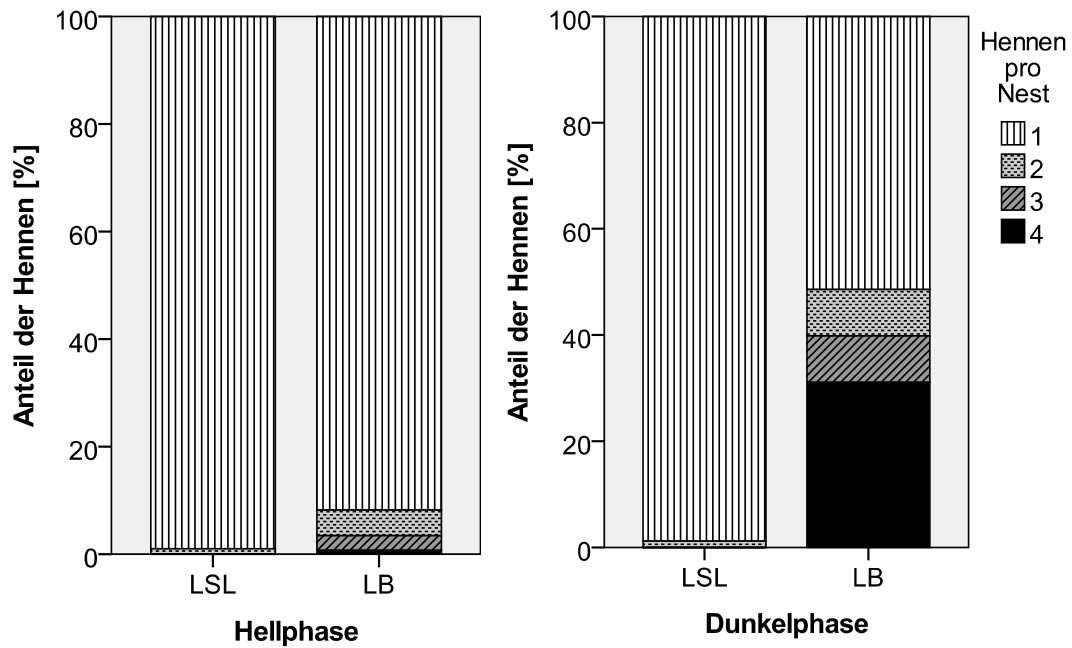


**Abb. 76: Prozentualer Anteil an Belegungen einer Sitzstange mit ein bis vier Hennen pro Stange, in Abhängigkeit von der Beleuchtungsphase und der Legelinie** (n = 28 Beobachtungstage, Hellphase: Bei den ersten beiden Beobachtungstagen in der 21. Lebenswoche von 6:00 bis 17:00 Uhr, bei allen 26 weiteren Aufnahmen von 4:30 bis 18:00 Uhr, Dunkelfase von 17:30 bis 5:30 Uhr bzw. von 18:30 bis 4:00 Uhr)

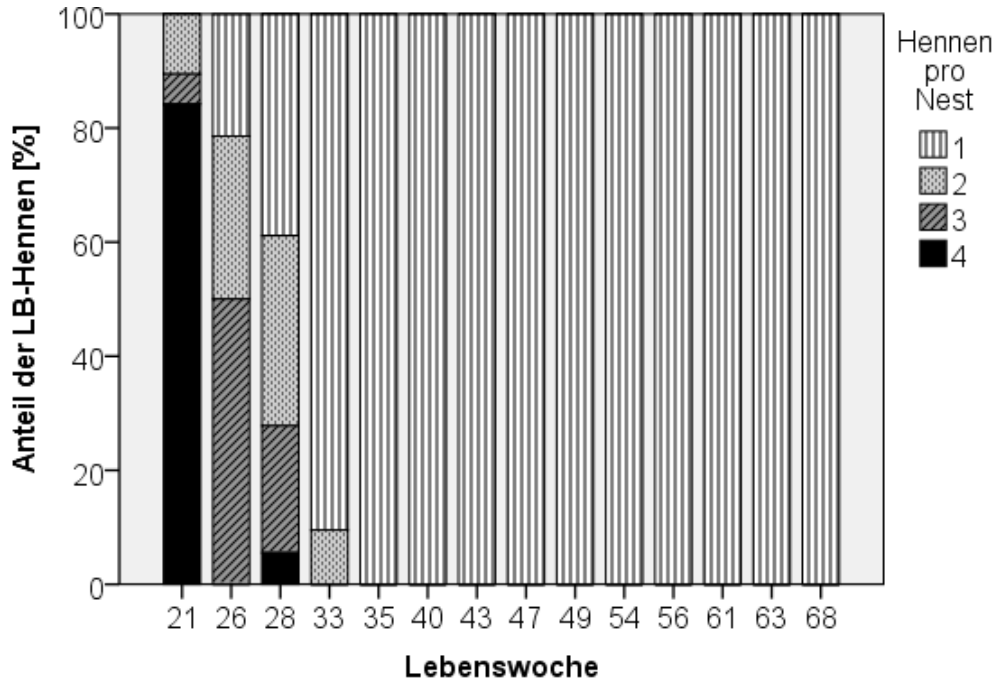
### Gemeinschaftliche Nutzung der Nester

Für die Auswertung wurden nur Nester herangezogen, die mit mindestens einer Henne belegt waren. Pro Nest wurden so in der Hellphase im Mittel 1,0 ( $\pm$  SEM 0,00) LSL- bzw. 1,6 ( $\pm$  SEM 0,08) LB-Hennen gleichzeitig gezählt. Dem ähnelten die Mittelwerte in der Dunkelfase mit 1,0 ( $\pm$  SEM 0,02) LSL- bzw. 1,6 ( $\pm$  SEM 0,12) LB-Hennen pro Nest. Bei den LSL-Hennen wurden maximal zwei Hennen gleichzeitig in einem Nest gesehen und dies auch nur in 1,0 % der Fälle. Dagegen wurde unter den LB-Hennen in insgesamt 13,2 % der Fälle beobachtet, dass vier Hennen gleichzeitig in einem Nest waren. Mit  $p < 0,05$  fanden sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Linien. Die Werte zwischen Hell- und Dunkelfase unterschieden sich dagegen nicht signifikant ( $p = 0,125$ ).

Hier zeigten sich bei den LB-Hennen deutliche Unterschiede im zeitlichen Verlauf. Während bei der ersten Videoaufzeichnung im Alter von 21 Wochen durchschnittlich 3,7 ( $\pm$  SEM 0,10) LB-Hennen pro Nest beobachtet wurden, betrug die mittlere Anzahl in der 26. Lebenswoche nur noch 2,3 ( $\pm$  SEM 0,22) und in der 28. Lebenswoche 1,9 ( $\pm$  SEM 0,22). Ab der 35. Lebenswoche gab es keine einzige Beobachtung, dass sich mehr als eine LB-Henne pro Nest aufhielt (Mittelwert in allen weiteren Lebenswochen: 1,0  $\pm$  SEM 0,00). Damit übte das Alter der LB-Hennen einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf die gleichzeitige Nutzung eines Nests durch mehrere Hennen aus.



**Abb. 77: Prozentualer Anteil an Belegungen eines Nests mit ein bis vier Hennen pro Nest in Abhängigkeit von der Beleuchtungsphase und der Legelinie** (n = 28 Beobachtungstage, Hellphase: Bei den ersten beiden Beobachtungstagen in der 21. Lebenswoche von 6:00 bis 17:00 Uhr, bei allen 26 weiteren Aufnahmen von 4:30 bis 18:00 Uhr, Dunkelphase von 17:30 bis 5:30 Uhr bzw. von 18:30 bis 4:00 Uhr)



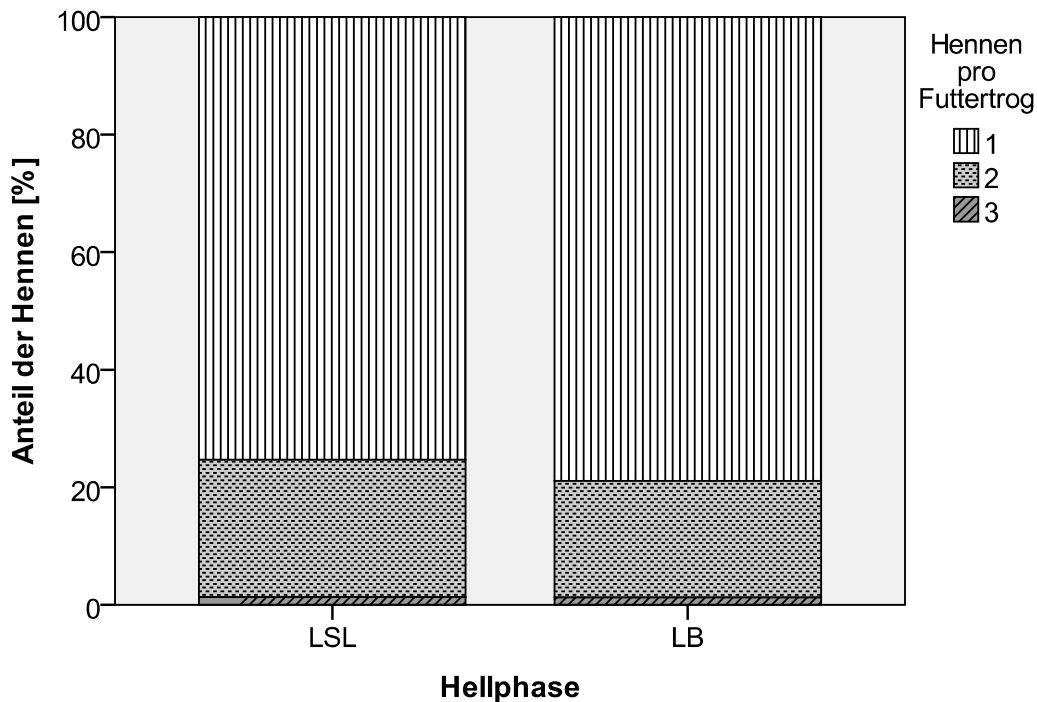
**Abb. 78: Prozentualer Anteil verschiedener Belegungen eines Nests mit ein bis vier LB-Hennen pro Nest in Abhängigkeit der Lebenswoche** (n = 2 Beobachtungstage pro Lebenswoche x 32 ausgewertete Uhrzeiten x 5 Abteile, d.h. n = 320)



**Abb. 79: Alle vier LB-Hennen sind in einem Nest zusammengedrängt (zwei sichtbar) (links), jedes Nest ist von einer einzelnen LSL-Henne belegt**

#### **Gemeinsames Fressen aus den Futtertrögen**

Bei keiner Linie konnten jemals beobachtet werden, dass vier Hennen gleichzeitig aus einem Futtertrog fraßen. Drei gleichzeitig aus einem Trog fressende Hennen wurden bei beiden Linien in unter 2,0 % aller Nahrungsaufnahme-Beobachtungen gezählt. Dass sich zwei Hennen einen Trog teilten wurde in 23,4 % (LSL) bzw. in 19,8 % (LB) der Fälle beobachtet. Im Mittel fraßen  $1,3 (\pm \text{SEM } 0,01)$  LSL-Hennen bzw.  $1,2 (\pm \text{SEM } 0,01)$  LB-Hennen zusammen aus einem Trog. Damit wurden weder zwischen den Legelinien ( $p = 0,383$ ) noch bezüglich der verschiedenen Einstreuabschnitte ( $p = 0,935$ ) signifikante Differenzen ermittelt.



**Abb. 80: Prozentualer Anteil verschiedener Belegungen eines Futtertrogs mit ein bis maximal drei fressenden Hennen pro Trog in Abhängigkeit der Legelinie** (n = 28 Beobachtungstage x 30 ausgewertete Uhrzeiten x 5 Abteile pro Legelinie, d.h. n = 4200)

#### 4.5.1.3. Tagesprofil verschiedener Verhaltensweisen

Unter den ausgewerteten Verhaltensweisen nahm die Nahrungsaufnahme bei beiden Linien den größten Teil der Zeit in Anspruch. In der Hellphase (4:30 bis 18:00 Uhr) wurden im Mittel 30,8 % ( $\pm$  SEM 0,44) der LSL-Hennen und 29,0 % ( $\pm$  SEM 0,43) der LB-Hennen beim Fressen beobachtet. An zweiter Stelle stand die Körperpflege, die während der Hellphase von durchschnittlich 13,3 % ( $\pm$  SEM 0,32) der LSL- und 11,2 % ( $\pm$  SEM 0,32) der LB-Hennen ausgeübt wurde. Der mittlere Anteil staubbadender Hennen betrug nach den Auswertungen des Scan Samplings 2,9 % ( $\pm$  SEM 0,14) (LSL) bzw. 4,0 % ( $\pm$  SEM 0,18) (LB) über den Tag verteilt. Mit einem Mittelwert von 1,5 % ( $\pm$  SEM 0,10) der LSL- und 0,5 % ( $\pm$  SEM 0,05) der LB-Hennen stellte sich das Körperpicken als die am seltensten wahrgenommene unter allen beobachteten Verhaltensweisen dar.

Vor allem ab dem Mittag bzw. Nachmittag (LSL-Hennen ab 13:20 Uhr, LB-Hennen ab 15:20 Uhr) wurde im Vergleich zu anderen Tageszeiten ein größerer Anteil der Hennen bei der Nahrungsaufnahme beobachtet (rund 35,6 %). Dies hielt bei beiden Legelinien bis 17:40 Uhr, d.h. bis kurz vor Beginn der Abenddämmerung, an. Körperpflege wurden von den Hennen beider Linien vor

allem in den Zeiten von 7:00 bis 10:00 Uhr und zwischen 11:40 und 14:40 Uhr ausgeübt (im Mittel 15,2 %).

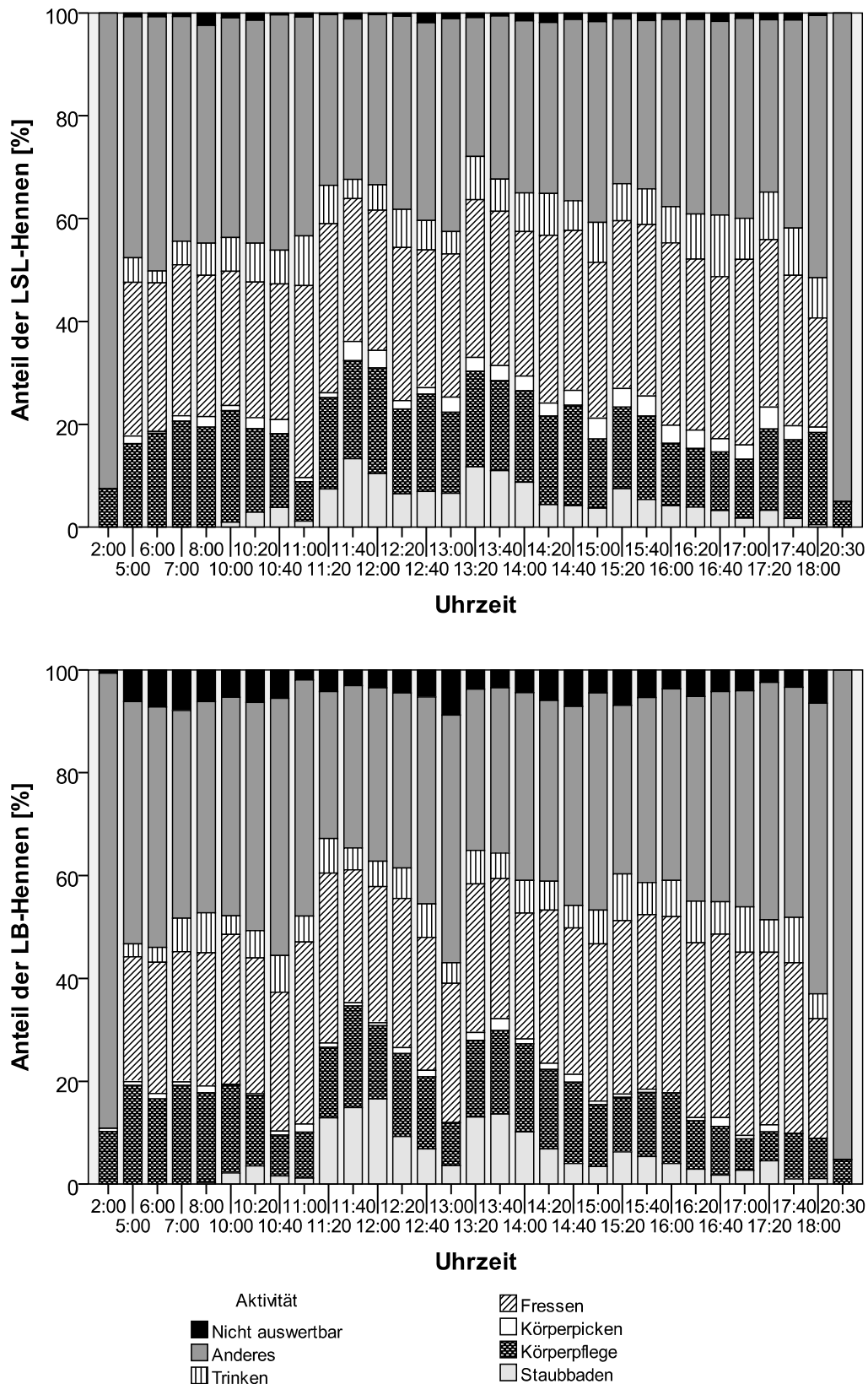
Während die Verteilung der anderen ausgewerteten Verhaltensweisen über den Tag hinweg relativ stabil blieb, zeigten sich bezüglich des Staubbadeverhaltens bei beiden Legelinien große tageszeitliche Variationen. Auffällig war hier ein plötzlicher Anstieg der Staubbadeaktivität zu den jeweiligen Beobachtungszeitpunkten direkt nach einer Einstreugabe auf die Staubbadematten, d.h. um 11:20 Uhr, um 13:20 Uhr, um 15:20 Uhr und um 17:20 Uhr (Maximum bei den LSL-Hennen: 8,2 %  $\pm$  SEM 1,21 und bei den LB-Hennen 10,7 %  $\pm$  SEM 1,46). Nach spätestens einer Stunde verringerte sich der Anteil staubbadender Hennen allmählich wieder, um nach der nächsten Einstreugabe erneut anzusteigen. Bei der Darstellung von Mittelwerten über die gesamte Legeperiode war dies bei einer tageszeitlich früheren Einstreugabe ausgeprägter zu beobachten, da ja z.B. um 11:00 Uhr das ganze Jahr über eingestreut wurde, um 17:00 Uhr jedoch nur während sieben Wochen.

In der Dunkelphase (18:30 bis 4:00 Uhr) trat bei beiden Linien unter allen beobachteten Verhaltensweisen am häufigsten Körperpflege auf. Dies betraf bei den LSL-Hennen 3,0 % ( $\pm$  SEM 0,60) und bei den LB-Hennen 2,1 % ( $\pm$  SEM 0,42).

Der Anteil nicht auswertbarer Fälle war bei den LB-Hennen mit 4,1 % ( $\pm$  SEM 0,20) gegenüber 0,9 % ( $\pm$  SEM 0,10) bei den LSL-Hennen deutlich erhöht. Für alle ausgewerteten Verhaltensweisen wurden signifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ) zwischen den verschiedenen Uhrzeiten festgestellt. Zwischen den Legelinien zeigten sich jedoch keine signifikanten Differenzen, was der Anteil der Hennen betraf, die Körperpflege betrieben ( $p = 0,051$ ), Staubbadeverhalten zeigten ( $p = 0,085$ ) oder beim Fressen ( $p = 0,201$ ) oder Trinken ( $p = 0,569$ ) beobachtet worden waren.



#### 4. Ergebnisse

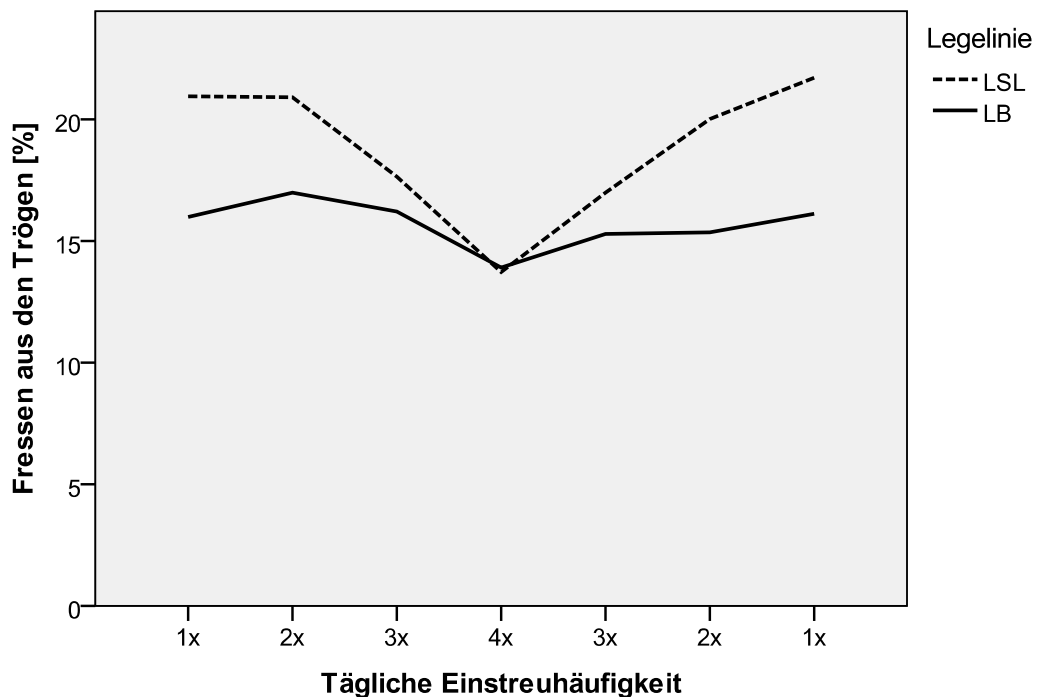


**Abb. 81: Durchschnittliche Anteile der Hennen (%) bei der Ausübung von unterschiedlichen Verhaltensweisen (Staubbaden, Körperpflege, Körperpicken, Fressen, Trinken und andere) über die gesamte Legeperiode hinweg in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie (n = 28 Tage, an denen alle o. g. Uhrzeiten ausgewertet wurden x 5 Abteile pro Legelinie, d.h. n = 140 pro Uhrzeit)**

#### 4.5.1.4. Nahrungsaufnahmeverhalten in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit

Bei den LSL-Hennen zeigte sich bei häufigerer Einstreugabe pro Tag ein relativ deutlicher Rückgang des Anteils der Hennen, die aus den Trögen fraßen. So wurde bei einer Einstreuhäufigkeit von einem Mal am Tag 20,9 % ( $\pm$  SEM 1,00) bzw. 21,7 % ( $\pm$  SEM 0,97) (erster bzw. letzter Einstreuabschnitt) der Hennen beim Fressen aus einem Trog beobachtet, während bei einer vier Mal täglichen Einstreugabe nur noch 13,7 % ( $\pm$  SEM 0,93) aller LSL-Hennen aus den Trögen fraßen. Dagegen sank der Anteil aus den Trögen fressender Hennen bei den LB-Hennen lediglich im Abschnitt mit der maximalen Einstreuhäufigkeit und auch hier nur um 2-3 % im Vergleich zu den übrigen Einstreuabschnitten.

Die Unterschiede wiesen sowohl signifikante ( $p < 0,001$ ) Ausmaße zwischen den verschiedenen Einstreuintervallen als auch zwischen den beiden Legelinien auf.



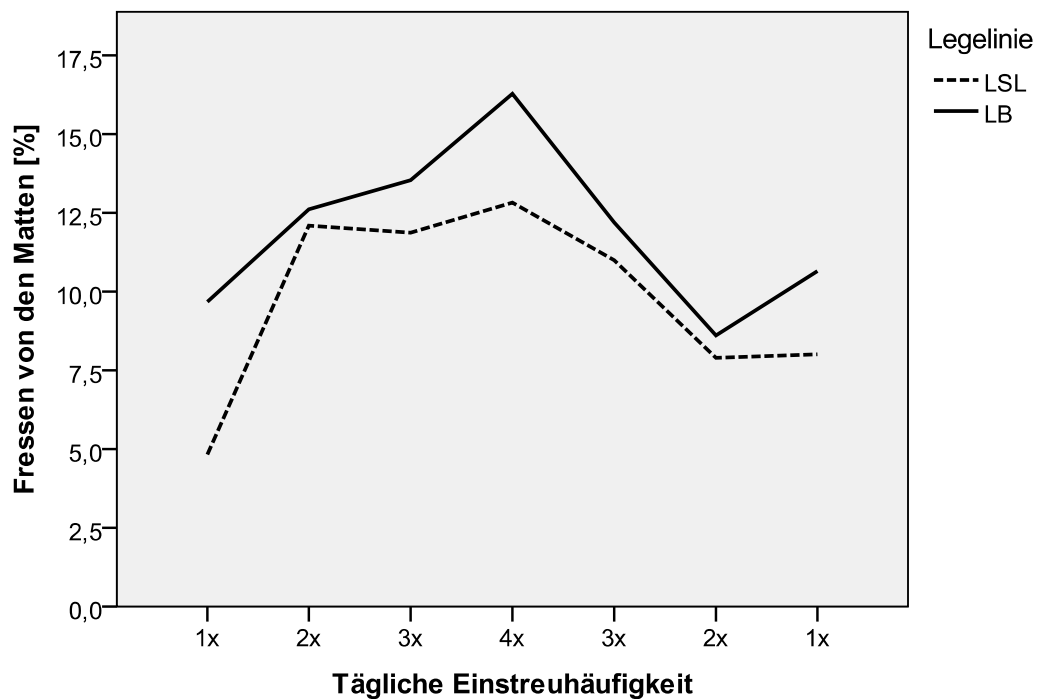
Nov. Dez. Jan. Feb. Mrz. Apr. Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt.

**Abb. 82: Prozentualer Anteil der aus den Futtertrögen fressenden Hennen an der Gesamthennenzahl in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

Bei beiden Legelinien konnte in Zeiten mit einer häufigeren Einstreugabe auch ein signifikant ( $p < 0,001$ ) höherer Anteil an Hennen, die Futter von den Staubbadematten pickten, beobachtet werden. Hier wiesen die LSL-Hennen im ersten Einstreuabschnitt mit einmal täglicher Einstreugabe im Mittel 4,8 % ( $\pm$  SEM 0,48) gegenüber 12,8 % ( $\pm$  SEM 0,94) während einer Einstreuhäufigkeit von vier Mal am Tag auf. Bei den LB-Hennen lag der minimale Anteil bei 8,6 % ( $\pm$  SEM 0,72) im vorletzten Zeitabschnitt (Einstreugabe zwei Mal täglich) und war

#### 4. Ergebnisse

damit nur halb so groß wie im Abschnitt der maximalen Einstreuhäufigkeit. Der Unterschied zwischen den Legelinien war nicht signifikant ( $p = 0,131$ ).



Nov. Dez. Jan. Feb. Mrz. Apr. Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt.

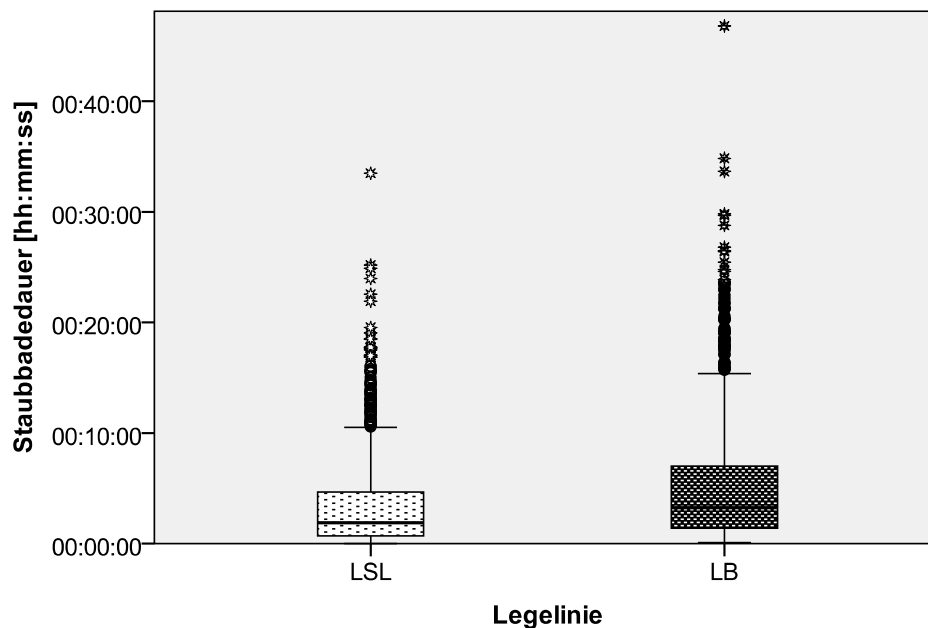
**Abb. 83: Prozentualer Anteil der von den Staubbadematten fressenden Hennen an der Gesamthennenzahl in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

#### 4.5.2. Ergebnisse des Continuous Recording: Staubbadeverhalten

Insgesamt wurden 2330 Staubbadevorgänge gezählt und ausgewertet, davon wurden 46,8 % der Staubbäder von LSL-Hennen und 53,2 % von LB-Hennen ausgeführt. Dass sich während des Staubbades zumindest zeitweise der Körperschwerpunkt der Hennen neben der Staubbadematte auf dem Gitter befand, wurde bei den LSL-Hennen in 14,8 % und bei den LB-Hennen in 18,3 % der Fälle beobachtet.

##### 4.5.2.1. Staubbadedauer

Die Dauer eines Staubbadevorganges betrug bei Hennen der Linie LSL im Mittel 03:31 min ( $\pm$  SEM 00:07) und bei den Hennen der Linie LB 05:08 min ( $\pm$  SEM 00:09). Die Unterschiede zwischen den Legelinien waren damit nicht signifikant ( $p = 0,098$ ). Das längste beobachtete Staubbad dauerte bei den LSL-Hennen 33:28 min und bei den LB-Hennen 46:48 min an.

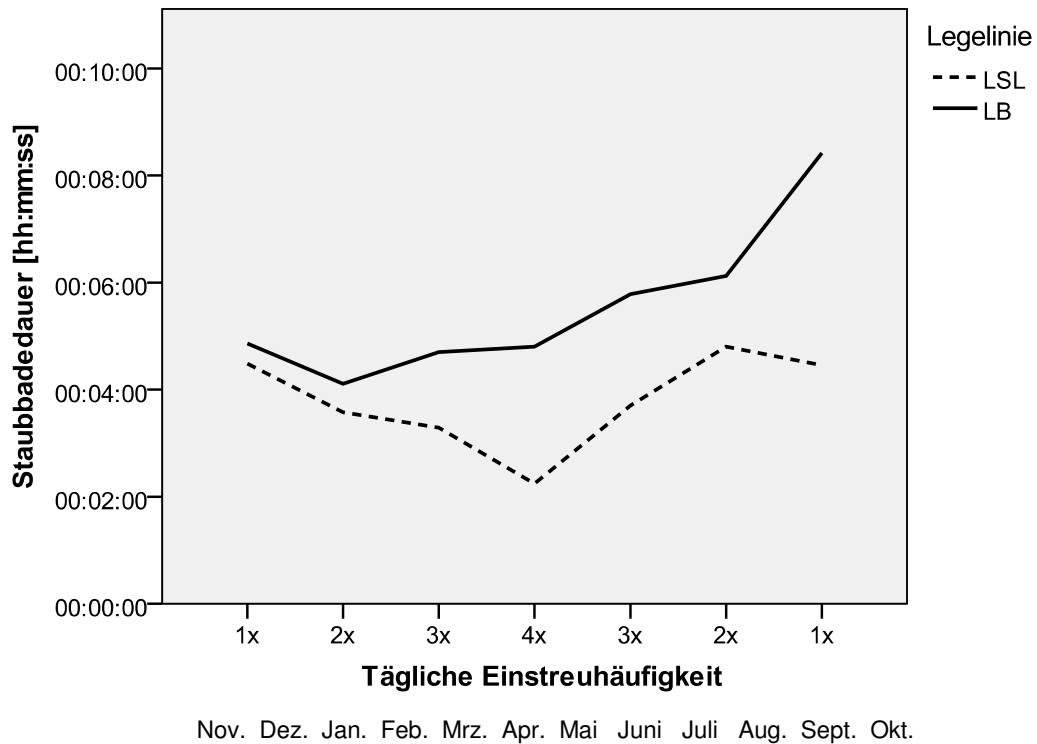


**Abb. 84: Durchschnittliche Staubbadedauer (h:min:sec) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit der Legelinie** (n = 1027 Staubbäder der 20 LSL-Hennen, n = 1119 Staubbäder der 20 LB-Hennen)

##### Staubbadedauer in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit

Es zeigten sich signifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ) zwischen den verschiedenen Einstreuabschnitten. Während sich die Staubbadedauer bei den LSL-Hennen von anfangs 04:29 min ( $\pm$  SEM 00:41) bis zum viermaligen Einstreuen pro Tag auf 02:15 min ( $\pm$  SEM 00:10) verringerte und wieder bis zum Anfangsniveau anstieg, nachdem sich die tägliche Einstreuhäufigkeit wieder

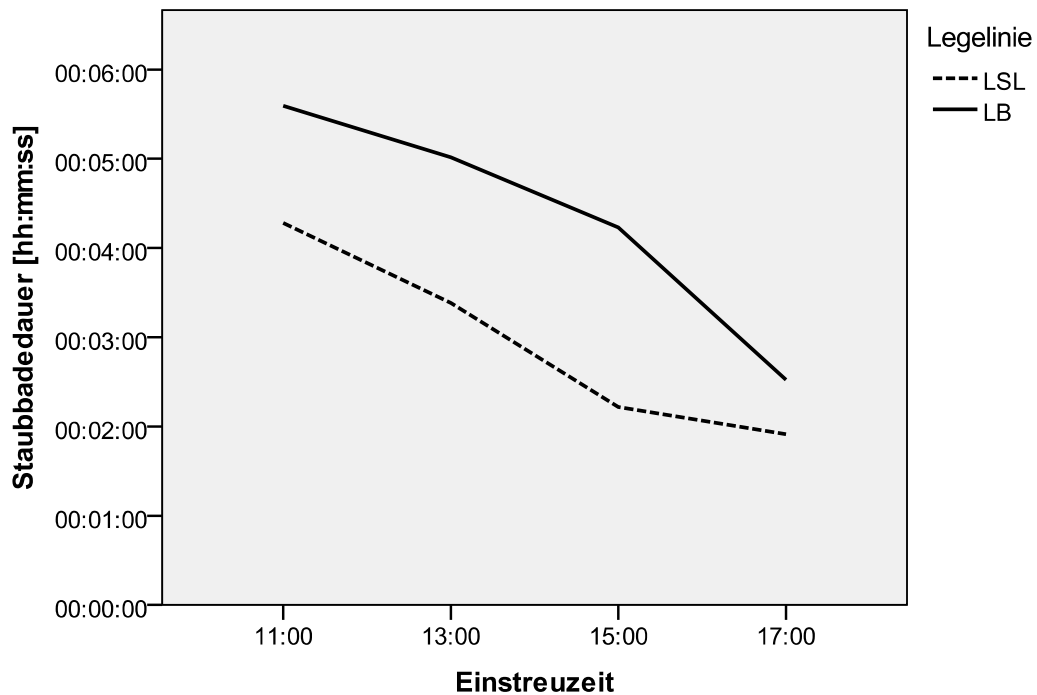
verringerte, verlängerte sich die durchschnittliche Staubbadedauer bei den LB-Hennen tendenziell von Anfang bis Ende der Studie, unabhängig von der täglichen Einstreuhäufigkeit, von durchschnittlich 04:51 ( $\pm$  SEM 00:33) auf 08:25 min ( $\pm$  SEM 01:05).



**Abb. 85: Durchschnittliche Staubbadedauer (h:min:sec) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

#### **Staubbadedauer in Abhängigkeit von der Tageszeit**

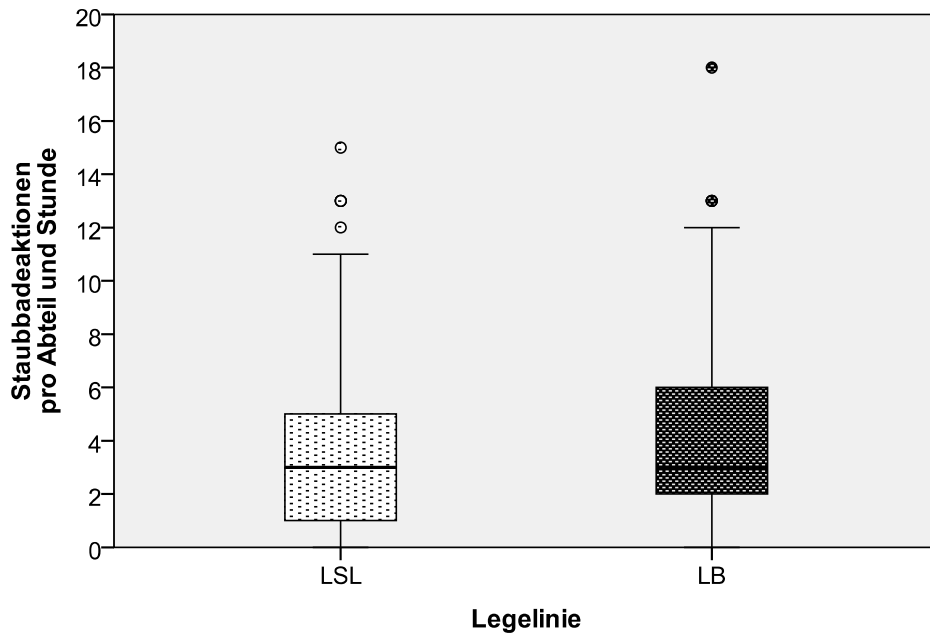
Bei beiden Linien zeigte sich eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Abnahme der Staubbadedauer mit fortschreitender Tageszeit. Die längsten Staubäder wurden nach dem Einstreuen um 11:00 Uhr beobachtet. Hier betrug der Mittelwert eines Staubbades bei den LSL-Hennen 04:17 min ( $\pm$  SEM 00:13) und bei den LB-Hennen 05:35 min ( $\pm$  SEM 00:15). Die Staubäder nach dem Einstreuen um 17:00 Uhr dauerten dagegen bei den LSL-Hennen nur noch 01:57 min ( $\pm$  SEM 00:19) und bei den LB-Hennen 02:31 min ( $\pm$  SEM 00:27) an.



**Abb. 86: Durchschnittliche Staubbadedauer (h:min:sec) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

#### 4.5.2.2. Anzahl der Staubbadeaktionen

Die durchschnittliche Anzahl der Staubbadevorgänge in den Stunden nach dem Bestreuen der Staubbadematten ähnelten sich bei beiden Linien. LSL-Hennen wiesen hier einen Mittelwert von 3,7 ( $\pm$  SEM 0,17) Staubbadeaktionen pro Abteil (d.h. für je 4 Hennen) und Stunde auf und lagen damit nicht signifikant ( $p = 0,689$ ) unter dem Mittelwert der LB-Hennen mit 3,9 ( $\pm$  SEM 0,17). Während bei LB-Hennen maximal 18 Staubbadevorgänge pro Stunde und Abteil beobachtet wurden, wurden bei den LSL-Hennen maximal 15 Vorgänge gezählt.

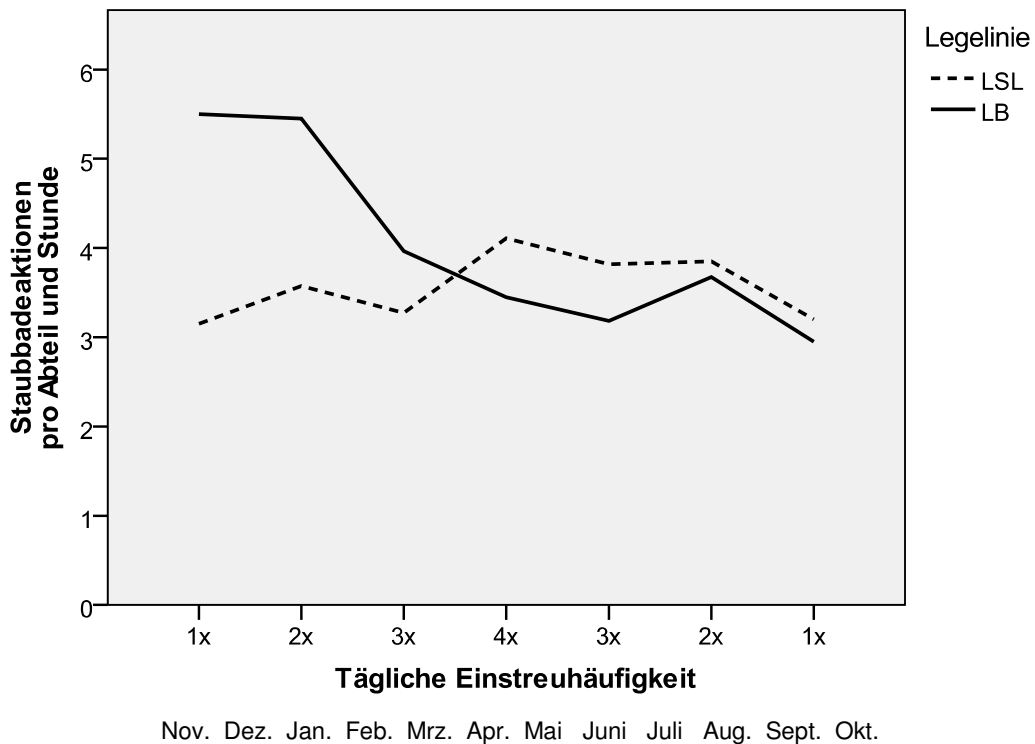


**Abb. 87: Anzahl der Staubbadevorgänge, die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten ausführt, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = 298 ausgewertete Stunden der LSL-Hennen, n = 320 ausgewertete Stunden der LB-Hennen)

## Anzahl der Staubbadeaktionen in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit

Die Anzahl der Staubbadevorgänge pro Abteil und Stunde bewegte sich bei den LSL-Hennen während der gesamten Studie auf ähnlichem Niveau. Mit 4,1 ( $\pm$  SEM 0,45) Staubbadeaktionen zeichnete sich im Abschnitt der maximalen Einstreuhäufigkeit undeutlich ein Höhepunkt ab. Danach blieben die Werte auf geringgradig höherem Level als zuvor, bis sie schließlich wieder eine, dem Ausgangswert ähnliche Anzahl von 3,2 ( $\pm$  SEM 0,56) Staubbadevorgängen im Abschnitt des einmalig täglichen Einstreuens erreichten.

Dagegen veränderte sich die Anzahl der Staubbadeaktionen bei den LB-Hennen unabhängig davon, wie oft täglich eingestreut wurde und sank über die Laufzeit der gesamten Studie hinweg nahezu kontinuierlich von anfangs 5,5 ( $\pm$  SEM 0,80) auf 3,0 ( $\pm$  SEM 0,63) Staubbadevorgänge pro Abteil und Stunde. Insgesamt waren damit die Unterschiede zwischen den verschiedenen Einstreuintervallen als signifikant ( $p < 0,001$ ) zu bezeichnen.

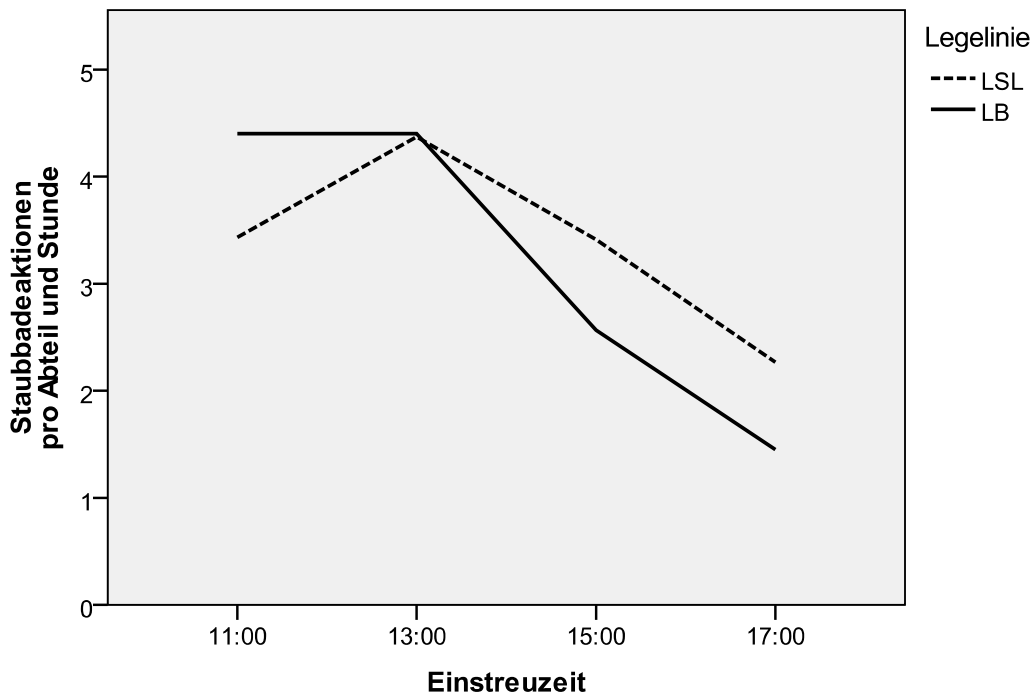


**Abb. 88: Durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen, die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten ausführt in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

#### **Anzahl der Staubbadeaktionen in Abhängigkeit von der Tageszeit**

Die Anzahl der Staubbadevorgänge in den Stunden nach dem Einstreuen war bei den LSL-Hennen um 13:00 Uhr und bei den LB-Hennen sowohl um 11:00 als auch um 13:00 Uhr am höchsten. So fanden von 13:00 bis 14:00 Uhr im Mittel  $4,4 (\pm \text{SEM } 0,34)$  (LSL) bzw.  $4,4 (\pm \text{SEM } 0,32)$  (LB) Staubbadevorgänge pro Abteil statt. Zu späteren Tageszeiten wurden weniger Staubbäder beobachtet, von 17:00 bis 18:00 Uhr im Durchschnitt nur noch  $2,4 (\pm \text{SEM } 0,52)$  (LSL) bzw.  $1,5 (\pm \text{SEM } 0,41)$  (LB) Staubbadeaktionen pro Abteil. Die Tageszeit hatte somit einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf die Anzahl der Staubbadeaktionen.

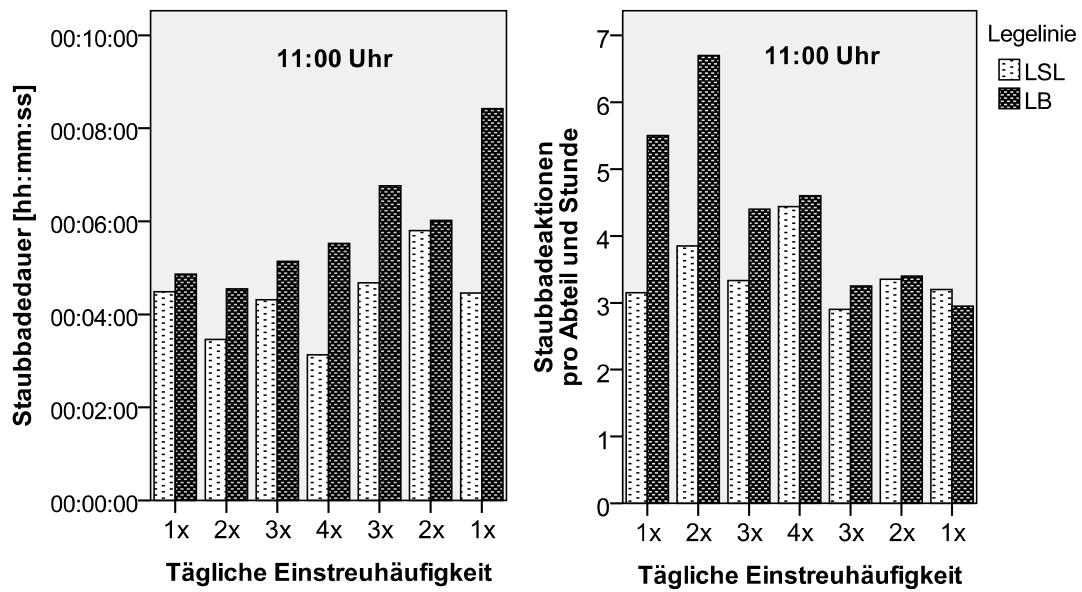




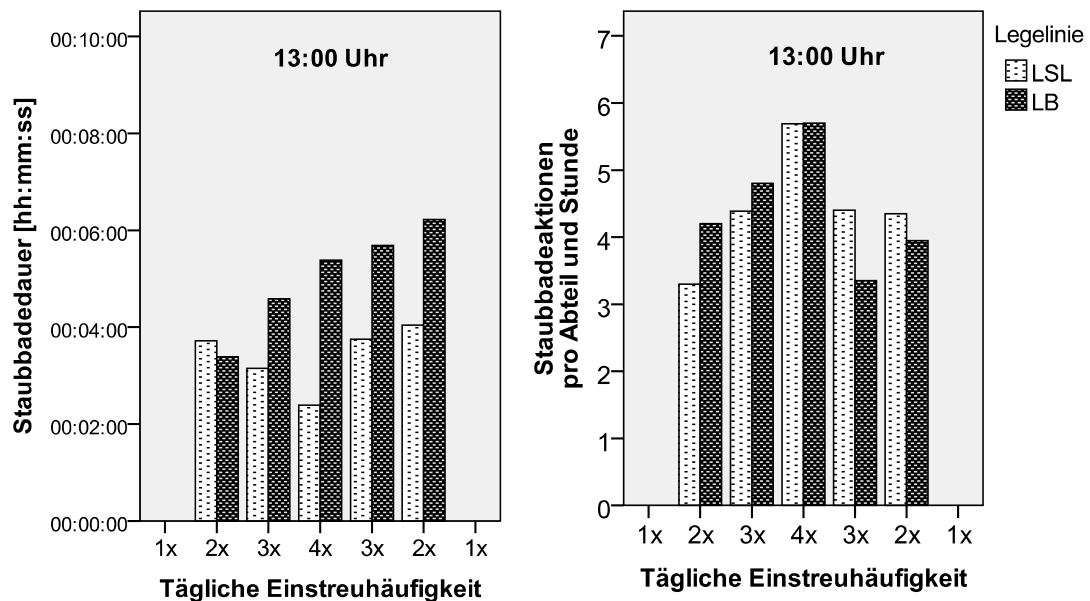
**Abb. 89: Durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen, die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten ausführt in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Bestreuens der Staubbadematten und der Legelinie**

#### **4.5.2.3 Zusammenfassende Darstellung zur Entwicklung der durchschnittlichen Staubbadedauer und Anzahl an Staubbadeaktionen bezüglich der jeweiligen Einstreuzeit im zeitlichen Verlauf**

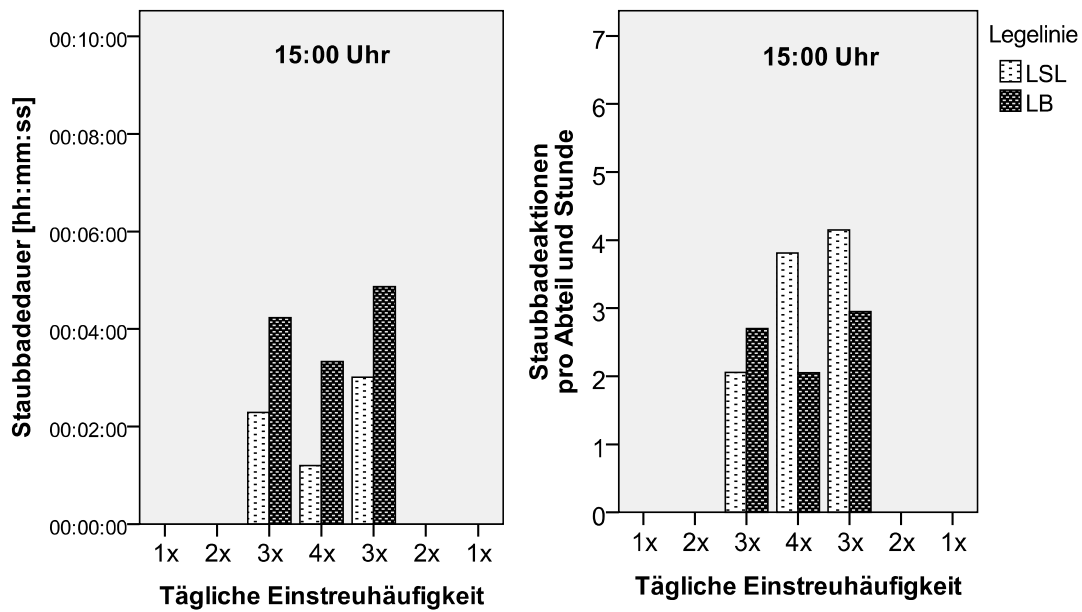
Wie sich die Staubbadedauer und die Anzahl an Staubbadeaktionen zu den jeweiligen Einstreuzeiten im Verlauf der Legeperiode entwickelte ist in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Während bei den LSL-Hennen in der Stunde von 11:00 bis 12:00 Uhr keine eindeutige Tendenz über das Jahr hinweg festzustellen war, nahm bei den LB-Hennen im zeitlichen Verlauf die Staubbadedauer kontinuierlich zu, während sich die Anzahl an Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Bestreuens der Staubbadematten verringerte. Der deskriptiven Betrachtung nach scheint zu allen Einstreuzeiten und bei beiden Legelinien, v. a. aber bei den LSL-Hennen, die Staubbadedauer negativ mit der Anzahl der Staubbadeaktionen zu korrelieren.



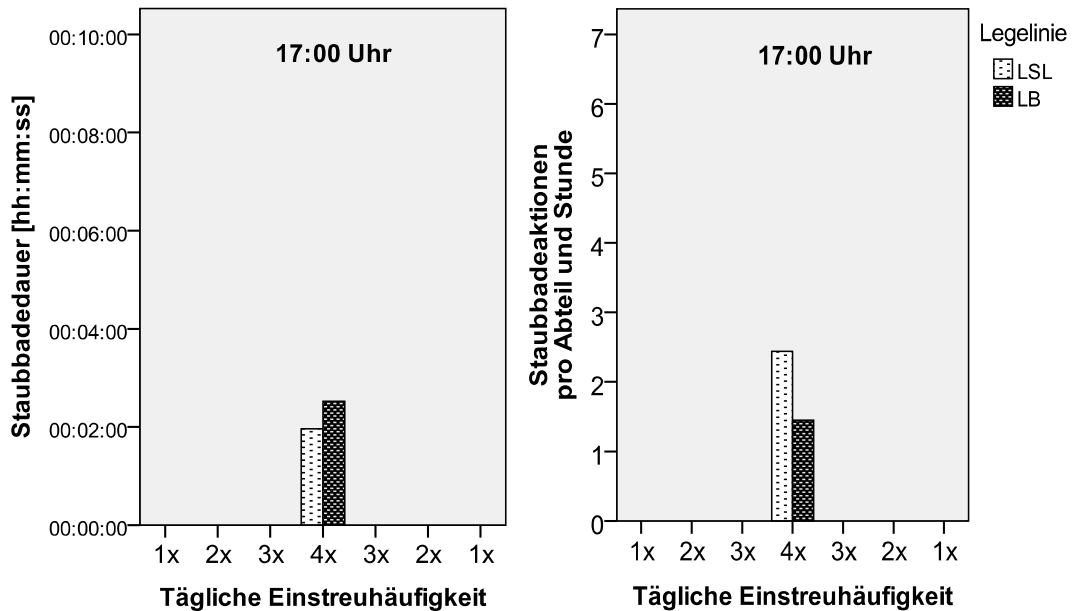
**Abb. 90:** Durchschnittliche Staubbadedauer und durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen (h:min:sec), die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten um 11:00 Uhr ausführt in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie



**Abb. 91:** Durchschnittliche Staubbadedauer und durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen (h:min:sec), die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten um 13:00 Uhr ausführt in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie



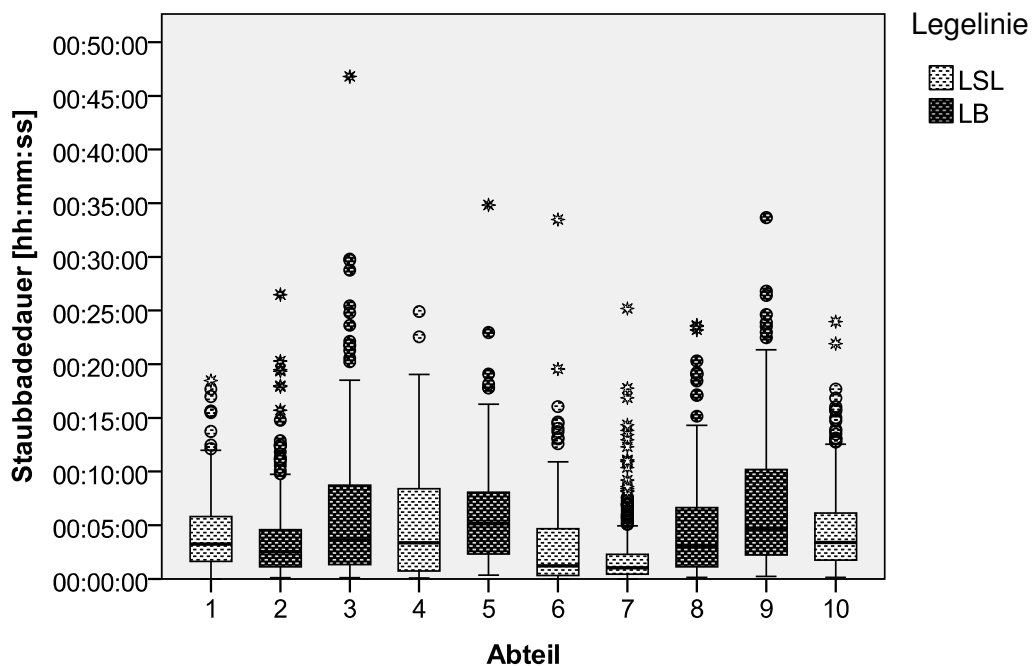
**Abb. 92:** Durchschnittliche Staubbadedauer und durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen (h:min:sec), die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten um 15:00 Uhr ausführt in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie



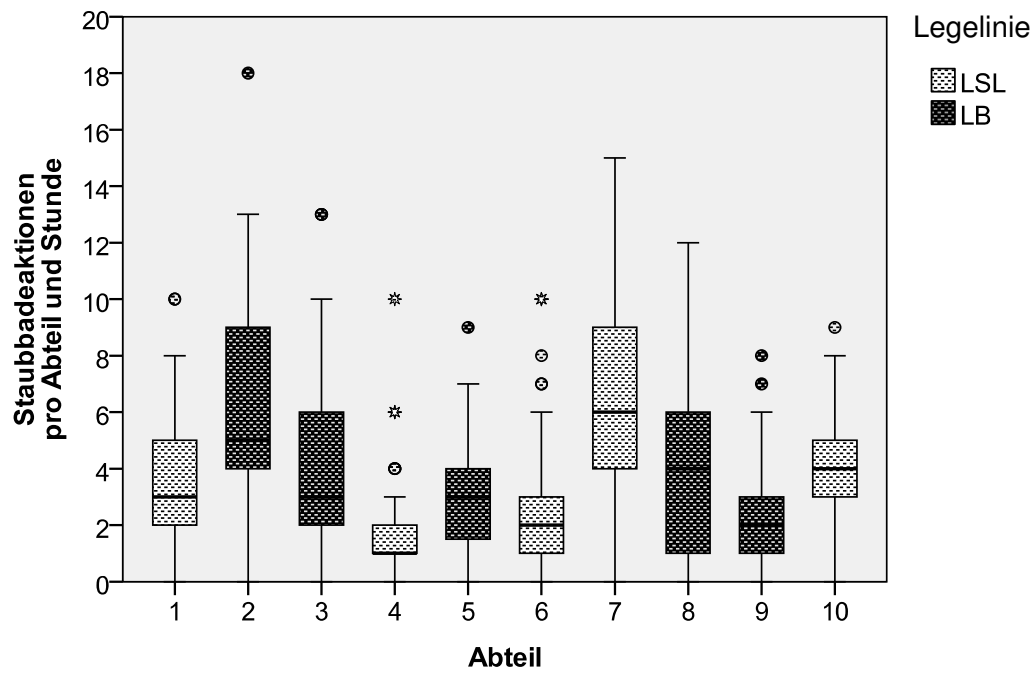
**Abb. 93:** Durchschnittliche Staubbadedauer und durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen (h:min:sec), die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Staubbadematten um 17:00 Uhr ausführt in Abhängigkeit der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie

#### 4.5.2.4. Varianz unterschiedlicher Abteile bezüglich des Staubbadeverhaltens

Es zeigten sich deutliche Unterschiede bezüglich Staubbadedauer und -häufigkeit zwischen den einzelnen Abteilen. Mit einer Anzahl von insgesamt 416 Staubbädern zeigte Abteil 7 (LSL) die meisten Staubbadeaktionen, hatte aber mit einer mittleren Staubbadedauer von 02:01 min ( $\pm$  SEM 00:08) durchschnittlich die kürzeste Dauer. Die wenigsten Staubbadevorgänge wurden in Abteil 4 (LSL) mit einer Gesamtzahl von nur 112 Staubbadevorgängen beobachtet. In diesem Abteil war jedoch die durchschnittliche Staubbadedauer mit 05:15 min ( $\pm$  SEM 00:32) relativ lang andauernd. Die längste mittlere Staubbadedauer von 07:19 min ( $\pm$  SEM 00:38) wurde in Abteil 9 (LB) gemessen. Ebenfalls unter den LB-Hennen (Abteil 2) fand sich einmal die maximale Anzahl von 18 Staubbadevorgängen in einer Stunde. Null Staubbadevorgänge pro Stunde wurden 14 Mal in Abteil 6 (LSL) und je 11 Mal in den Abteilen 4 (LSL) und 9 (LB) beobachtet.



**Abb. 94: Dauer der Staubbäder auf den Staubbadematten (h:min:sec), unterteilt nach Abteil, in Abhängigkeit der Legelinie** (n = 187 bei Abt. 1, n = 358 bei Abt. 2, n = 241 bei Abt. 3, n = 104 bei Abt. 4, n = 166 bei Abt. 5, n = 125 bei Abt. 6, n = 407 bei Abt. 7, n = 230 bei Abt. 8, n = 124 bei Abt. 9, n = 204 bei Abt. 10)



**Abb. 95: Anzahl der Staubbadeaktionen auf den Matten innerhalb der ersten Stunden nach dem Einstreuen der Staubbadematten unterteilt nach Abteilen, in Abhängigkeit der Legelinien**

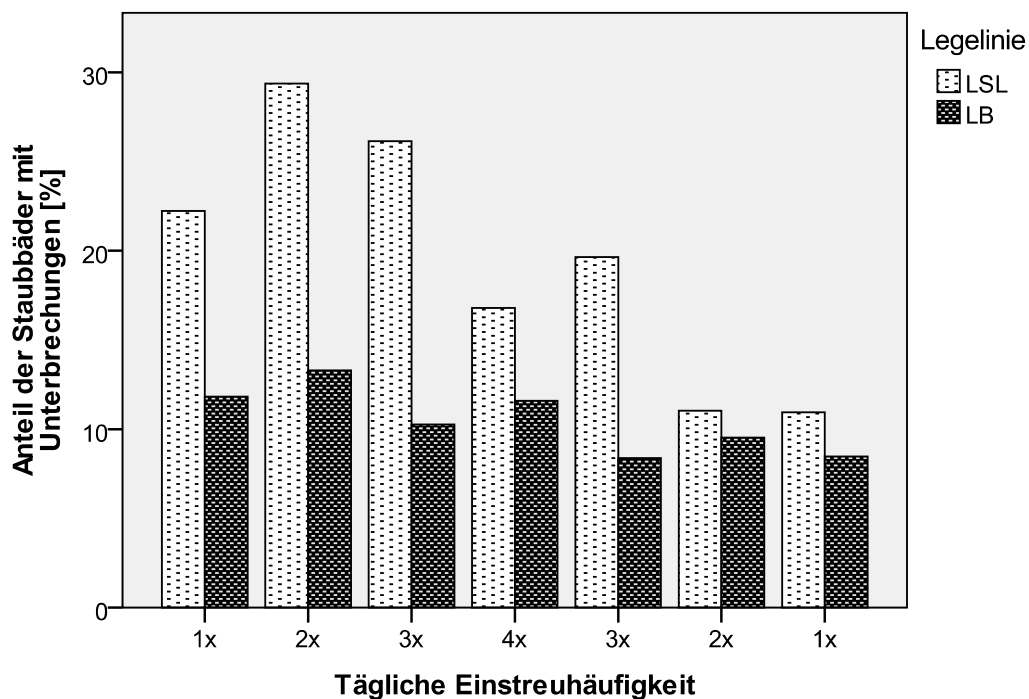
(n = 56 ausgewertete Stunden bei den Abteilen 1 und 10, n = 64 bei den Abteilen 2, 3, 4, 5, 7, 8 und 9, n = 58 bei Abteil 6)

#### 4.5.2.5. Unterbrechungen eines Staubbades

##### Anteil der unterbrochenen Staubbäder

Die LSL-Hennen wiesen mit einem Mittelwert von 19,7 % ( $\pm$  SEM 1,20) einen höheren Anteil an Staubbädern, die mit Unterbrechungen einhergingen, auf als die LB-Hennen mit einem Mittelwert von 10,8 % ( $\pm$  SEM 0,88).

Bei den LSL-Hennen wurden zu Beginn der Untersuchung gut 22,2 % ( $\pm$  SEM 5,28) aller Staubbäder unterbrochen. Im zweiten Einstreuabschnitt erreichte der Anteil der Staubbäder mit einer oder mehreren Unterbrechung dann ein Maximum von 29,4 % ( $\pm$  SEM 3,82). Danach sank es abgesehen von einer erneuten Steigung im fünften Abschnitt konstant bis zu einem Wert von 10,9 % ( $\pm$  SEM 3,93) am Ende der Studie. Bei den LB-Hennen schwankte der Anteil unterbrochener Staubbäder zwischen 8,4 ( $\pm$  SEM 2,01) und 13,3 % ( $\pm$  SEM 2,31) mit einer minimalen Abwärtstendenz im Laufe der Zeit.

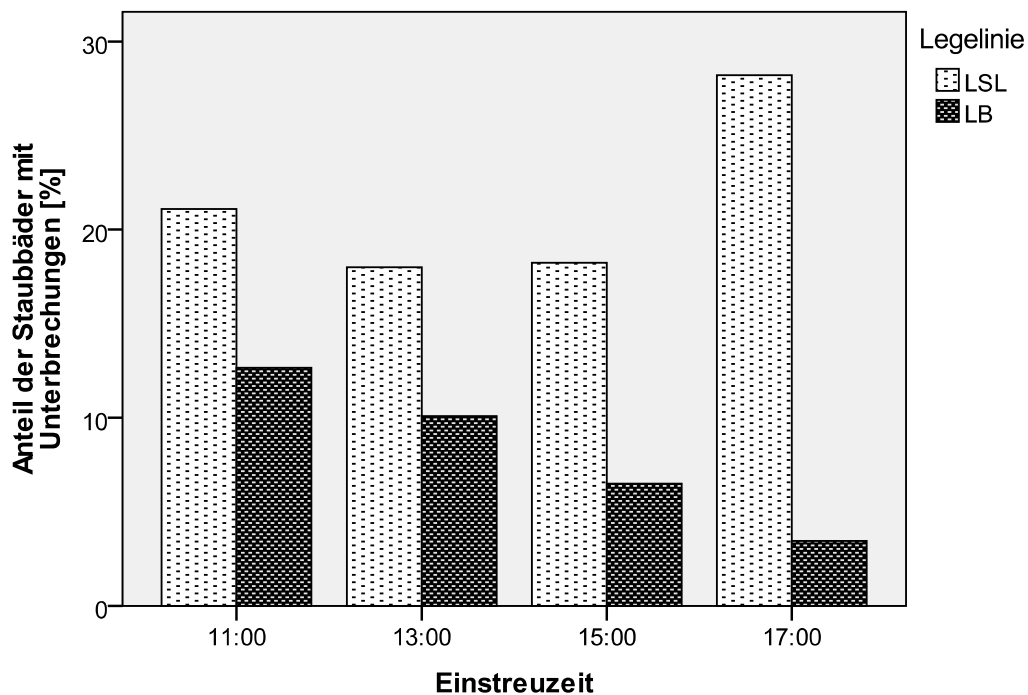


Nov. Dez. Jan. Feb. Mrz. Apr. Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt.

**Abb. 96: Durchschnittlicher prozentualer Anteil der unterbrochenen Staubbäder in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

Auch bezüglich der Tageszeit ließ sich bei den LB-Hennen ein geringer Rückgang erkennen, was den Anteil von Staubbädern mit Unterbrechungen an der Gesamtstaubbadezahl anging (von 12,7 %  $\pm$  SEM 1,34 um 11.00 Uhr auf 3,5 %  $\pm$  SEM 3,45 um 17.00 Uhr). Bei den LSL-Hennen wiesen im Gegensatz dazu die Staubbäder zwischen 13:00 und 14:00 Uhr die geringste

Unterbrechungsrate auf ( $18,0 \% \pm \text{SEM } 1,90$ ) und die von 17:00 bis 18:00 Uhr relativ die meisten Unterbrechungen ( $28,2 \% \pm \text{SEM } 7,30$ ).



**Abb. 97: Durchschnittlicher prozentualer Anteil der unterbrochenen Staubbäder von allen Staubbädern in der jeweiligen Stunde nach der Einstreuzeit, in Abhängigkeit der Legelinie**

Weder zwischen den Legelinien ( $p = 0,072$ ), noch zwischen den Einstreuzeiten ( $p = 0,149$ ) bestanden damit signifikante Unterschiede. Lediglich die tägliche Einstreuhäufigkeit in Form der verschiedenen Einstreuabschnitte spielte eine signifikante Rolle ( $p < 0,05$ ).

### Unterbrechungsdauer und -anzahl pro Staubbad

Die mittlere Unterbrechungsdauer betrug dabei bei einem Staubbad der LSL-Hennen 00:47 min ( $\pm \text{SEM } 00:00:27$ ) und bei den LB-Hennen 00:41 min ( $\pm \text{SEM } 00:00:27$ ). Die Unterbrechungsdauer variierte damit weder zwischen den Legelinien ( $p = 0,352$ ), noch bezüglich der Einstreuzeiten ( $p = 0,373$ ) oder den täglichen Einstreuhäufigkeiten ( $p = 0,585$ ) signifikant.

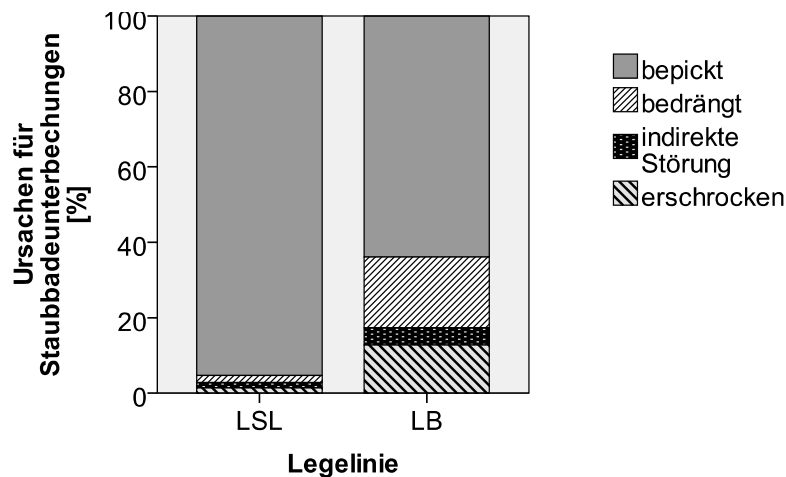
Unter allen unterbrochenen Staubbädern kam es bei den LSL-Hennen im Mittel zu 2,0 ( $\pm \text{SEM } 0,11$ ) und bei den LB-Hennen durchschnittlich zu 1,4 ( $\pm \text{SEM } 0,07$ ) Unterbrechungen pro Staubbad. Bei den LSL-Hennen wurden bis zu elf Unterbrechungen während eines Staubbads gezählt, während unter den LB-Hennen maximal vier Unterbrechungen pro Staubbad auftraten. Dies stellte einen signifikanten Unterschied ( $p < 0,05$ ) zwischen den Legelinien dar, wobei

sich hinsichtlich der Einstreuzeiten und Einstreuhäufigkeiten keine signifikanten Differenzen zeigten ( $p = 0,286$  bzw.  $p = 0,604$ ).

### Ursachen für Unterbrechungen während eines Staubbads

Bei den LSL-Hennen waren 95,4 % der Unterbrechungen durch bepicken entstanden, alle andere Unterbrechungsursachen traten in jeweils weniger als 2,0 % der Fälle auf. Zwar dominierte mit 63,9 % bei den LB-Hennen ebenfalls das Bepicken die Ursachen für eine Unterbrechung, jedoch kamen bei ihnen auch häufig andere Gründe vor. So standen Unterbrechungen aufgrund von Verdrängen der staubbadenden Henne mit 18,8 % an zweithäufigster Stelle, dann folgten Unterbrechungen aufgrund von erschrecken (12,8 %) und indem sie indirekt von einer anderen Henne gestört wurden (4,5 %).

Die Ursachen für die Unterbrechung eines Staubbads variierten damit signifikant ( $p < 0,001$ ) zwischen den Legelinien. Bezüglich Einstreuzeit bzw. -häufigkeit stellten sich auch hier keine signifikanten Unterschiede heraus ( $p = 0,848$  bzw.  $0,478$ ).



**Abb. 98: Durchschnittliche prozentuale Anteile für die Ursachen, weshalb ein Staubbad unterbrochen wurde, in Abhängigkeit der Legelinie**

### 4.5.2.6. Vorzeitige Beendigung eines Staubbades

#### Anteile vorzeitig beendeter Staubbäder

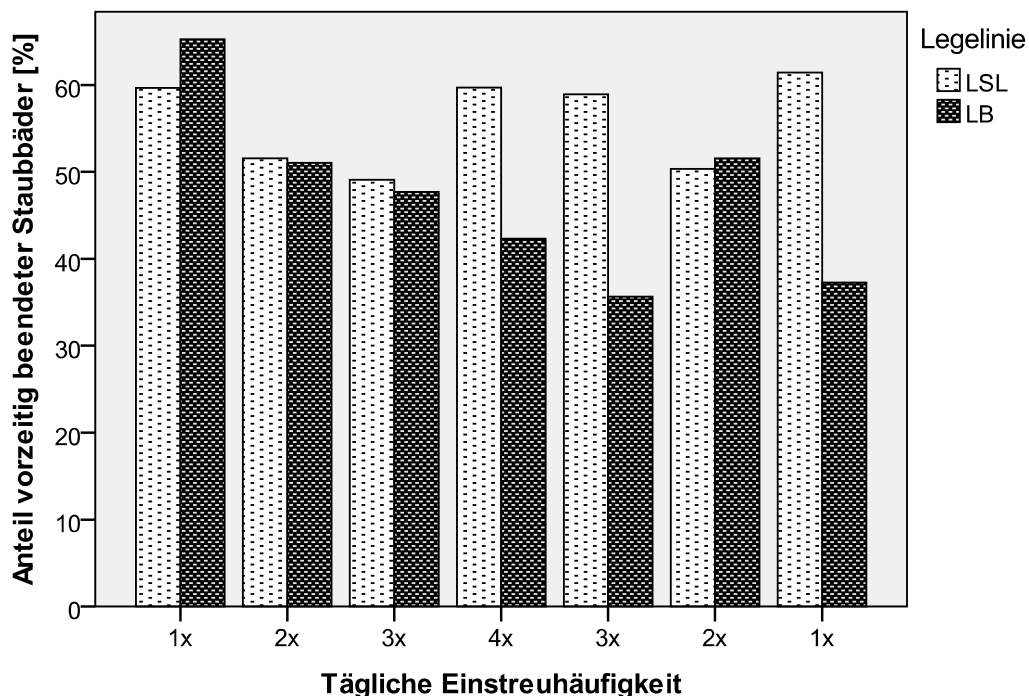
Unter allen Staubbadevorgängen der LB-Hennen konnten in 9,3 % der Fälle das Ende nicht beobachtet und somit nicht ausgewertet werden. Dieser Anteil nahm bei den helleren und dadurch besser erkennbaren LSL-Hennen nur 5,9 % aller Staubbäder ein.

Unter allen Staubbädern, deren Ende auswertbar war, wurde bei den LSL-Hennen mit 55,6 % ( $\pm$  SEM 1,55) ein nicht signifikant ( $p = 0,471$ ) höherer Anteil



an Staubbädern, die vorzeitig beendet wurden, beobachtet als bei den LB-Hennen mit 46,6 % ( $\pm$  SEM 1,49).

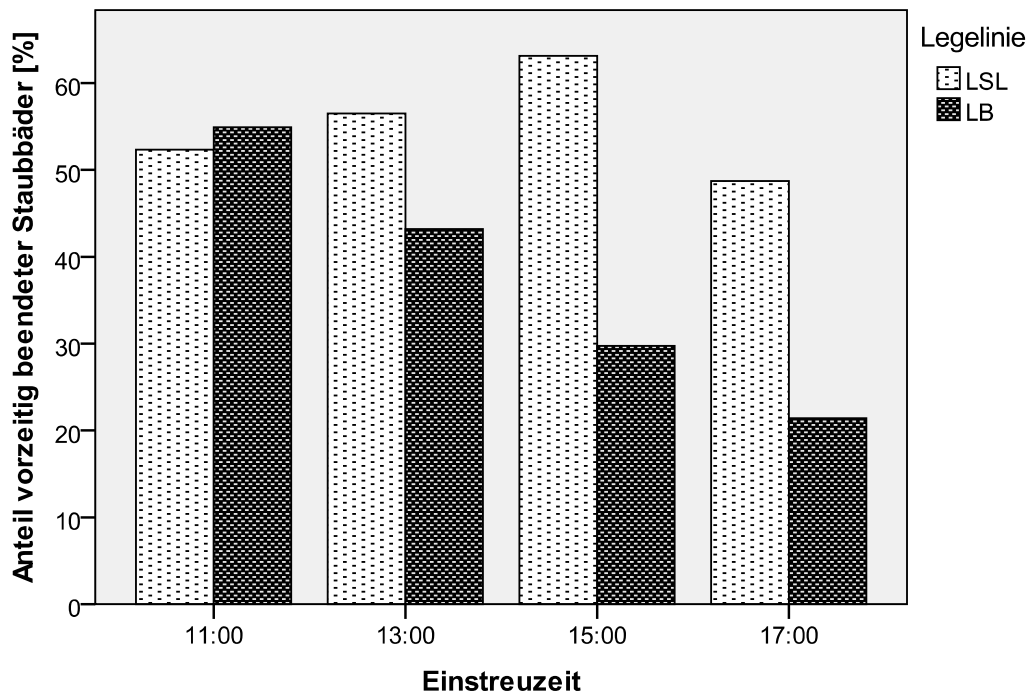
Der Anteil an Staubbädern, die vorzeitig aufgrund einer Störung beendet wurden, schwankte bei den LSL-Hennen zwischen 49,1 ( $\pm$  SEM 3,93) und 61,4 % ( $\pm$  SEM 6,51), ohne dass eine Abhängigkeit zur täglichen Einstreuhäufigkeit erkennbar wurde (Einstreuhäufigkeit mit  $p = 0,064$  nicht signifikant). Bei den LB-Hennen sank der Anteil vorzeitig beendeter Staubbäder von anfänglich 65,3 % ( $\pm$  SEM 4,91) nach der Hälfte der Zeit auf 35,6 % ( $\pm$  SEM 3,64), stieg dann noch einmal an und erreichte am Ende der Studie einen Wert von 37,3 % ( $\pm$  SEM 6,84).



Nov. Dez. Jan. Feb. Mrz. Apr. Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt.

**Abb. 99: Durchschnittlicher prozentualer Anteil der Staubbäder, die vorzeitig aufgrund einer Störung beendet wurden, in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

Der Anteil der vorzeitig beendeten Staubbäder erreichte bei den LSL-Hennen in der Zeit von 15:00 bis 16:00 Uhr seinen Höhepunkt (63,2 %  $\pm$  SEM 3,70), wohingegen er bei den LB-Hennen mit fortschreitender Tageszeit stetig abnahm (von 54,9 %  $\pm$  SEM 2,13 auf 21,4 %  $\pm$  SEM 7,90). Die Unterschiede waren jedoch nicht von signifikantem Ausmaß ( $p = 0,064$ ).

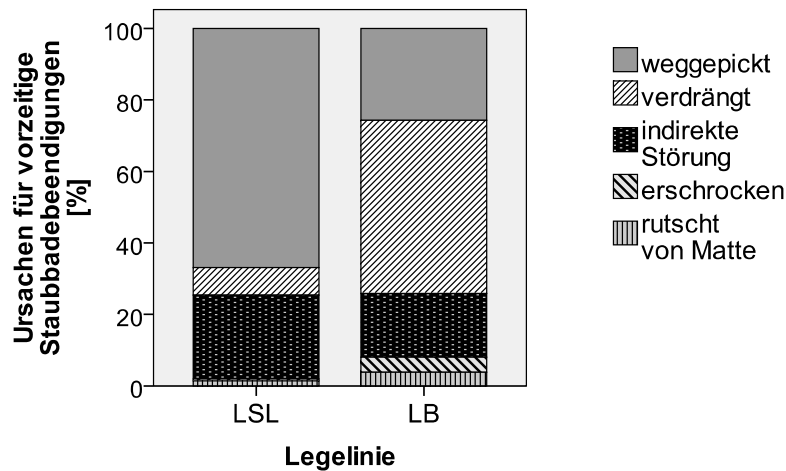


**Abb. 100: Durchschnittlicher prozentualer Anteil der unterbrochenen Staubbäder an der Gesamtstaubbadezahl innerhalb der ersten Stunden nach dem Einstreuen der Matten, in Abhängigkeit von der Einstreuzeit und der Legelinie**

#### Ursachen für vorzeitige Beendigungen eines Staubbads

Die Ursachen für eine vorzeitige Beendigung eines Staubbades unterschieden sich signifikant ( $p < 0,05$ ) zwischen den Legelinien. Bei den LSL-Hennen dominierte auch hier mit 60,2 % das Wegpicken der staubbadenden Henne durch Artgenossen und an zweiter Stelle eine indirekte Störung (21,1 %), während bei den LB-Hennen mit 39,7 % die meisten vorzeitigen Staubbadbeendigungen auf ein Verdrängen der staubbadenden Henne zurückgingen und ein Wegpicken (21,0 %) sowie eine indirekte Störungen (14,6 %) die zweit- bzw. dritthäufigste Ursache waren. Bei den LB-Hennen spielte noch das Abkommen von der Staubbadematte als Beendigungsursache eine gewisse Rolle (3,1 %). Eine vorzeitige Beendigung durch Erschrecken kam bei beiden Linien kaum vor.

Auch die Einstreuintervalle spielten für die Art der Beendigung eines Staubbades eine signifikante Rolle ( $p < 0,05$ ), die Einstreuhrzeit jedoch nicht ( $p = 0,448$ ).

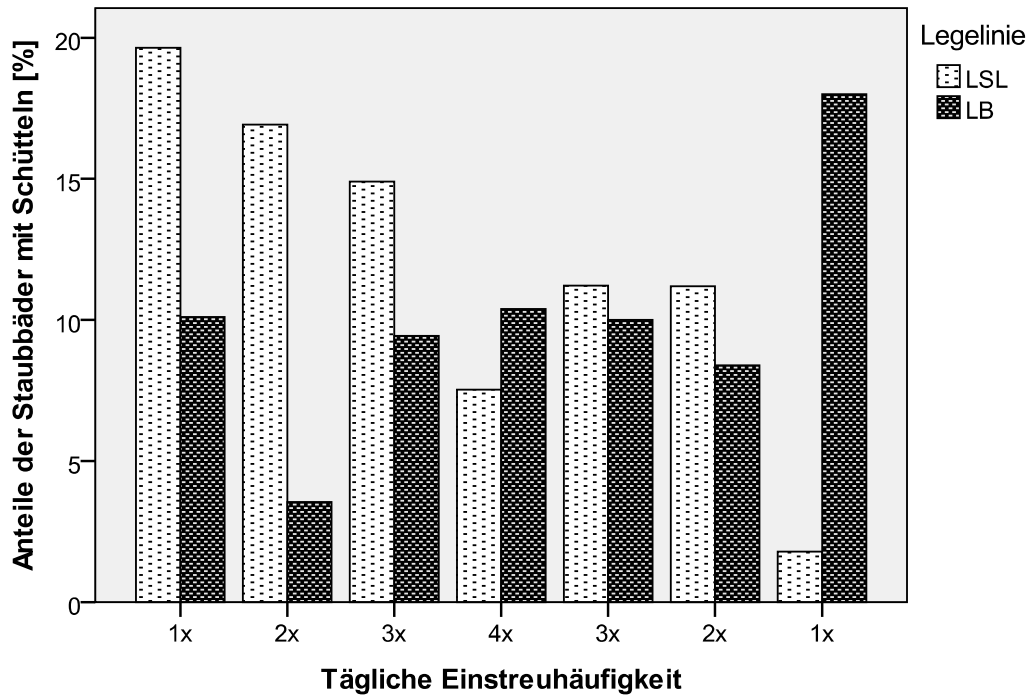


**Abb. 101: Durchschnittliche prozentuale Anteile der Ursachen, weshalb ein Staubbad vorzeitig beendet wurde in Abhängigkeit der Legelinie**

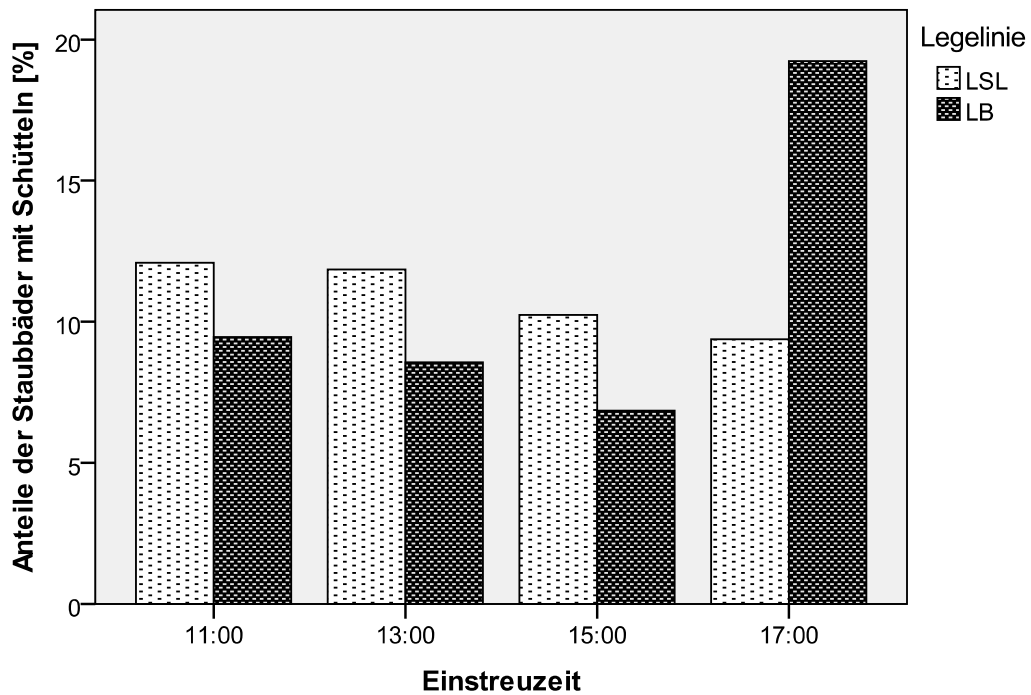
### 4.5.2.7. Axiales Körperschütteln (Abschlusschütteln)

Axiales Körperschütteln als Zeichen eines vollständig ausgeführten und natürlich beendeten Staubbades wurde bei den LSL-Hennen im Mittel in 11,6 % ( $\pm$  SEM 1,01) und bei den LB-Hennen in 9,0 % ( $\pm$  SEM 0,86) aller Staubbadevorgänge beobachtet.

Der Anteil der Staubbäder, die mit einem Abschlusschütteln einhergingen, verlief zwischen den Legelinien bezogen auf den zeitlichen Verlauf der Studie und die Einstreuzeit gegenläufig. Bei den LSL-Hennen war der Anteil an Staubbädern, nach denen ein Schütteln auftrat, zu Beginn hoch (19,6 %  $\pm$  SEM 5,36) und sank dann nahezu ununterbrochen bis zum Ende der Untersuchung auf 1,8 % ( $\pm$  SEM 1,79). Relativ am häufigsten schüttelten sich die LSL-Hennen mit einem Anteil von 12,1 % ( $\pm$  SEM 1,59) der Staubbäder nach der 11:00 Uhr Einstreuzeit. Dagegen schüttelten sich die LB-Hennen im letzten Einstreuabschnitt, also am Ende der Untersuchung und nach dem Einstreuen um 17:00 Uhr relativ am öftesten (18,0 %  $\pm$  SEM 5,49 und 19,2 %  $\pm$  SEM 7,88).



**Abb. 102:** Durchschnittlicher prozentualer Anteil der Staubbäder, die mit einem Abschlussschütteln beendet wurden, in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie

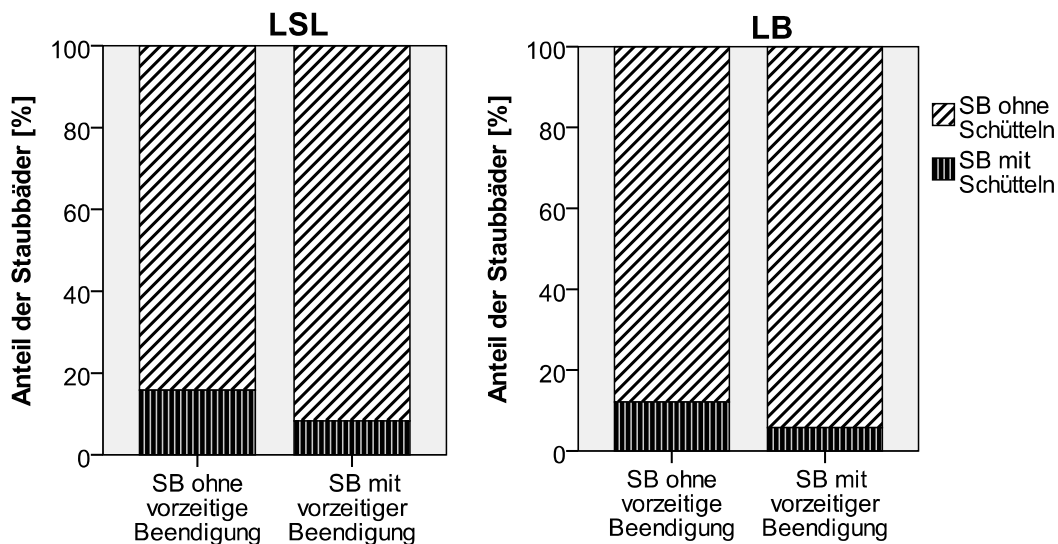


**Abb. 103:** Durchschnittlicher prozentualer Anteil der Staubbäder, die mit einem Abschlussschütteln beendet wurden innerhalb der ersten Stunde nach dem Einstreuen der Matten, in Abhängigkeit von der jeweiligen Einstreuzeit und der Legelinie

Der Unterschied war weder zwischen den Legelinien ( $p = 0,415$ ), der Einstreuhäufigkeit ( $p = 0,305$ ) noch der Einstreuzeit ( $p = 0,620$ ) signifikant.

### Axiales Körperschütteln im Zusammenhang mit vorzeitiger Beendigung des Staubbads

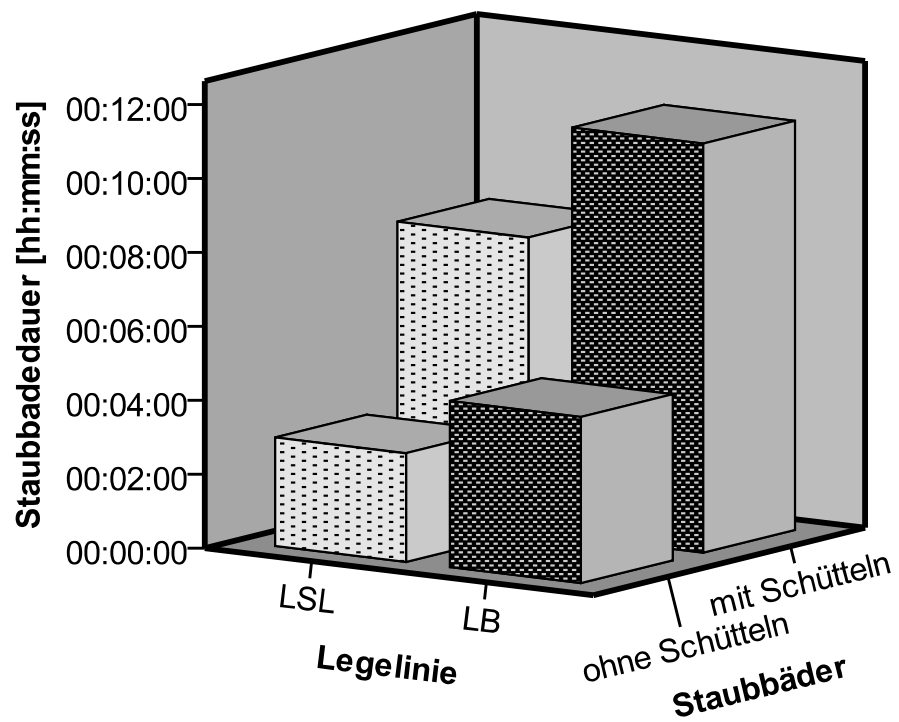
Bei beiden Linien zeigte sich, dass sich die Hennen nach einem Staubbad häufiger schüttelten, wenn sie dieses ungestört beenden konnten und nicht schon vorzeitig aufgrund einer Störung von außen zur Beendigung gezwungen waren. So verringerte sich die Häufigkeit des Schüttelns bei den LSL-Hennen um 7,5 % und bei LB-Hennen um 6,3 %, wenn die Hennen das Staubbad vorzeitig abbrechen mussten.



**Abb. 104: Durchschnittliche prozentuale Anteile der Staubbäder, in deren Anschluss sich die Hennen schüttelten; danach unterteilt, ob ein Staubbad regulär zum Abschluss gebracht oder aufgrund einer Störung vorzeitig beendet wurde und in Abhängigkeit der Legelinie**

### Axiales Körperschütteln im Zusammenhang mit der Staubbadedauer

Bei beiden Legelinien zeigte sich, dass die Staubbadevorgänge, die mit einem Abschlussschütteln beendet worden waren, länger dauerten als Staubbadevorgänge, nach denen sich die Hennen nicht schüttelten. So wies die mittlere Staubbadedauer bei einem Vorgang, an dessen Ende sich die Hennen schüttelten 07:57 min ( $\pm$  SEM 00:35) (LSL-Hennen) bzw. 11:04 min ( $\pm$  SEM 00:49) (LB-Hennen) auf, während ein Staubbad, nach dessen Beendigung sich die Hennen nicht schüttelten durchschnittlich 02:56 min ( $\pm$  SEM 00:06) (LSL) bzw. 04:29 min ( $\pm$  SEM 00:08) (LB) andauerte.



**Abb. 105: Mittlere Staubbadedauer bei Staubbädern, die mit und ohne Abschlussschütteln einhergingen, in Abhängigkeit der Legelinie**

## 5. Diskussion

### 5.1. Licht, Luftfeuchtigkeit und Temperatur

Bei frisch geschlüpften Küken wird die Beleuchtungsdauer zuerst verkürzt und bleibt dann über mehrere Wochen konstant bei einer Lichtdauer von ca. acht bis neun Stunden, ehe sie wieder schrittweise erhöht wird. Auf diese Art, kann Einfluss auf den Legebeginn und die damit verbundene Leistung sowie das Eigewicht genommen werden. Da eine plötzliche Veränderung der Hellphase im Stall großen Stress für die Hennen darstellt (THIELE, 2008), wurden Lichtdauer und -intensität allmählich gesteigert bis die Hennen der vorliegenden Studie ab der 23. Lebenswoche täglich einer 13,5-stündigen Hellphase ausgesetzt waren, während der die mittlere Beleuchtungsstärke 3,1 Lux betrug und an deren Beginn und Ende eine jeweils 30-minütige Dämmerungsphase zugeschaltet war. Letzteres entspricht den Empfehlungen von PETERMANN (2006), um den Hennen ein ruhiges Aufsuchen der Schlafplätze zu ermöglichen. Die ermittelten Werte kamen unter Anwendung des „Sechs-Seiten-Prinzips“ zustande, d. h. es wurde auch in die der Lichtquelle abgewandten Richtungen zum Boden und zur Käfigrückseite hin gemessen. Dadurch wurden teils sehr niedrige Werte verzeichnet, die in die Berechnung der Mittelwerte miteinfließen und so den Gesamtdurchschnitt der Beleuchtungsstärke im Stall deutlich reduzierten. Den hellsten Punkt stellte der Bereich über den Futtertrögen mit einer durchschnittlichen Lichtintensität von 5,1 Lux dar. Im Vergleich zu diesem Durchschnittswert wiesen jene Einzelwerte, die bei einer Ausrichtung des Messdetektors in Richtung Lichtquelle gemessen wurden, eine wesentlich höhere Helligkeit auf, so dass in der Käfigmitte maximal 10,9 Lux und im Bereich der Futtertröge bis zu 20,5 Lux verzeichnet wurden. Das BML (1999) empfiehlt zwar eine Helligkeit von 20 Lux, allerdings finden sich die Hennen mit niedrigeren Werten im Käfig ebenso zurecht und erkennen problemlos Futter und Wasser, was auch LEE (2012) bestätigte, deren Haltungssystem mit durchschnittlich 8,0 Lux beleuchtet war. Eine hohe Beleuchtungsstärke führt zu einer Steigerung der Gesamtaktivität der Hennen und begünstigt damit das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus. Um dies zu verhindern, wird die Lichtintensität auf wenige Lux herabgesetzt und der Stall möglichst dunkel gehalten (MARTIN, 2005). Dies war auch der Grund, weshalb die Lichtintensität in der vorliegenden Studie nicht weiter erhöht wurde. FRÖHLICH und OESTER (2005) stellten fest, dass verglichen mit einer Haltung bei einer geringeren Lichtintensität von 2,0-3,0 Lux bereits bei einer Helligkeit von 5,0 Lux eine deutlich gesteigerte Mortalität

durch Kannibalismus vorliegt. Im Hinblick darauf muss die Empfehlung einer Beleuchtungsstärke von 20 Lux des BML (1999) kritisch betrachtet werden, zumal die Physiologie des Sehens bei Vögeln auch stark von der des Menschen abweicht. So sehen Vögel auch im UV-Bereich und nehmen natürliche Lichtverhältnisse heller wahr als Menschen (STEIGERWALD, 2006). Darüber hinaus ist anzunehmen, dass es in den Abteilen der LSL-Hennen heller ist, da weißes bzw. helles Gefieder das vorhandene Licht reflektiert. Nach PRESCOTT et al. (2003) wirkt sich sehr dunkles Licht negativ auf die okulare Entwicklung aus. Was das Sehvermögen des Vogel bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken angeht besteht durchaus noch weiterer Forschungsbedarf. Die mittlere Stalltemperatur lag mit 19,3 °C relativ nah an der oberen, die Luftfeuchtigkeit mit 55,1 % sehr dicht an der unteren Grenze des Referenzbereichs, mit dem SCHOLTYSSSEK (1974) und KAMPUHES et al. (2004) ein optimales Klima definieren.

### **5.2. Fütterung und Futteraufnahme**

Der Futterverbrauch war bei beiden Linien sehr ähnlich. So nahm eine LSL-Henne im Durchschnitt 110,8 g und eine LB-Henne 111,2 g pro Tag aus den Futtertrögen auf. Im Vergleich zu den von KAMPHUES et al. (2004) genannten Werten von 129,0-143,0 g pro Henne und Tag je nach Legelinie ist der Futterverbrauch damit relativ niedrig. Dies könnte mit der verhältnismäßig hohen Temperatur im Stall zu tun haben, die nach DOLL und SCHOLTYSSSEK (1978) zu einer ökonomischen Futterverwertung führt. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass den Hennen als Staubbadesubstrat Legemehl zur Verfügung gestellt wurde. Die Befürchtung vieler Legehennenhalter, dass dies einen zusätzlichen Kostenfaktor darstellt und wirtschaftliche Nachteile verursacht, da dieses eingestreute Futter nicht gefressen wird und somit verloren ist, konnte bereits LEE (2012) widerlegen, indem sie nachwies, dass der Futterverbrauch aus den Futtertrögen deutlich zurück ging, wenn mehr Futter auf die Matten gestreut wurde. Dabei reduzierte sich der Verbrauch von 116,1 g bzw. 106,5 g (LSL bzw. LB) bei täglich einmaliger Einstreugabe (d. h. 100 g Futter) auf 51,1 g bzw. 45,2 g Futter pro Tag und Henne (LSL bzw. LB) bei einer Einstreuhäufigkeit von vier Mal pro Tag (d. h. insgesamt 400 g Futter). Auch in der vorliegenden Studie sank die Futteraufnahme aus den Trögen bei beiden Linien deutlich mit einer Zunahme der Einstreugabe von 125,5 g bzw. 120,8 g (LSL bzw. LB) auf 99,9 g bzw. 100,5 g Futter pro Tag und Henne. Im Vergleich



zu der Untersuchung von LEE (2012) stand den Hennen in der vorliegenden Untersuchung durch die doppelte Besatzdichte bei gleicher Einstreumenge exakt halb so viel eingestreutes Futter pro Henne zur Verfügung. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass das eingestreute Futter ebenfalls gefressen wird und sich somit der Verbrauch aus den Futtertrögen entsprechend der Einstreumengen reduziert. Dies senkt natürlich auch den durchschnittlichen Futterverbrauch aus den Trögen über die gesamte Legeperiode hinweg.

Laut KAMPHUES et al. (2004) nehmen schwerere Legelinien mehr Futter auf als leichte. Dies bestätigt indirekt auch die LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010), nach deren Aussage eine LSL-Henne 105-115 g und eine LB-Henne 110-120 g Futter pro Tag aufnimmt. Dass die LSL-Hennen in der vorliegenden Untersuchung dennoch einen nahezu identisch hohen Futterverbrauch zu verzeichnen hatten wie die LB-Hennen, könnte mit den Angaben von LÜHMANN (1983) und DAMME (1993) zu erklären sein, aus denen hervor geht, dass schlecht befiederte Hennen zur Aufrechterhaltung ihrer Körpertemperatur einen höheren Energieumsatz aufweisen. Die LSL-Hennen in dieser Studie waren im Vergleich zu den LB-Hennen deutlich schlechter befiedert.

### **5.3. Leistungsparameter**

#### **5.3.1. Legeleistung**

Die Legeleistung betrug bei den LSL-Hennen durchschnittlich 95,4 % und bei den LB-Hennen 89,3 %. Bei beiden Legelinien wurden auch einzelne Lebenswochen verzeichnet, in denen sich die Leistung auf 100,0 % belief. Damit war diese verglichen mit anderen Werten aus der Literatur v. a. bei den LSL-Hennen sehr hoch. So nennt LE BRIS (2005) eine mittlere Legeleistung von 89,2 bzw. 86,7 % (LSL bzw. LB) für Hennen in Volierenhaltung, während die LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) für die LSL-Hennen 94-96 % und für die LB-Hennen 93-95 % angibt, wobei sich letztere Werte lediglich auf die Produktionsspitze, jedoch nicht auf die ganze Legeperiode beziehen. Die genetische Herkunft bedingt unterschiedlich hohe Legeleistungen zwischen den Legelinien LSL und LB (SCHOLTYSEK, 1974; LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2010). Zudem kommen falsch-niedrige Werte zustande, wenn Hennen ihre Eier komplett fressen (BAUMGART, 2005), wie es auch in der vorliegenden Studie bei LB-Hennen eines bestimmten Abteils (Nr. 8) zeitweilig beobachtet worden war. Bei den LSL-Hennen wurde ein Eierfressen dagegen nie gesehen. Die mit Abstand niedrigste Legeleistung wurde in eben jenem Abteil der eierfressenden

LB-Hennen mit 75,5 % vorgefunden und wirkte sich negativ auf den Mittelwert der Legeleistung aller LB-Hennen aus.

LE BRIS (2005) und MAMMEN (2010) beschreiben außerdem einen Einfluss der Besatzdichte auf die Legeleistung, wonach die Hennen höhere Leistungen erbringen, wenn die Besatzdichte geringer ist. Die in dieser Studie zum Einsatz gebrachten Käfigsysteme lagen von den angebotenen Flächen mit 2.080 cm<sup>2</sup> pro Henne weit über den gesetzlichen Vorschriften (RL 1999/74/EG, 1999: 750 cm<sup>2</sup>/Henne; TierSchNutzV 2006: 800 cm<sup>2</sup>/Henne), so dass möglicherweise auch das relativ hohe Platzangebot bei geringem Besatz Grund für die hohe Legeleistung ist.

### **5.3.2. Eigewicht**

Mit Einsetzen der Legetätigkeit werden anfänglich kleine, leichte Eier gelegt. Das Eigewicht nimmt dann bis etwa zur 40. Lebenswoche sehr stark und danach schwächer zu (LE BRIS, 2005). Das war auch bei beiden Legelinien dieser Untersuchung zu beobachten, wobei die Gewichtszunahme schon etwa ab der 35. Lebenswoche abflachte. Im Durchschnitt über die gesamte Legeperiode hinweg betrug das Eigewicht der LSL-Hennen 61,5 und das der LB-Hennen 63,4 g. Dies deckt sich mit den Aussagen von GRASHORN (2008) und PEITZ und PEITZ (2009), nach denen mittelschwere und schwere Legelinien größere und damit schwerere Eier legen als leichte Herkünfte. Die Ergebnisse liegen knapp unter den Angaben der LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010), wonach LSL-Hennen Eier mit einem mittleren Gewicht von 62,0-63,0 g und LB-Hennen Eier mit 63,5-64,5 g legen. Auch die in den Studien von LE BRIS (2005) und LICKTEIG (2006) ermittelten Eigewichte lagen etwa 2,0 bzw. 2,5 g (LSL bzw. LB) über den Werten, die in dieser Arbeit erzielt worden waren. Ein Erklärungsansatz könnte hier die von FITZ (2007) geäußerte Meinung sein, dass Eigewicht und Legeleistung negativ miteinander korrelieren.

### **5.3.3. Wahl des Eiablageplatzes und Anteil der verlegten Eier**

Mit 32,4 % bei den LSL- und 53,8 % bei den LB-Hennen war der Anteil der verlegten Eier in vorliegender Studie im Vergleich zu den sonst in der Literatur genannten Werten extrem hoch. Nach MAIR et al. (2002) sowie BAUER und FÖLSCH (2005) treten Verlegeraten in dieser Größenordnung nur zu Beginn der Legeperiode auf, sinken jedoch nach einigen Wochen erheblich ab. Ein Rückgang des Anteils an verlegten Eiern innerhalb weniger Wochen nach

Einsetzen der Legetätigkeit war auch in dieser Untersuchung zu erkennen. Davor betrug die Verlegerate jedoch rund 80,0 %.

DAMME (2008) betont die Wichtigkeit, die Hennen zwei bis drei Wochen vor Legebeginn umzustallen, damit sie sich an die neue Umgebung gewöhnen können. Dies wurde in der vorliegenden Studie berücksichtigt und die Hennen in der 18. Lebenswoche, d. h. rund vier Wochen vor Erreichen der Legereife umgestallt. KEPPLER (2008) ist dagegen der Ansicht, die Junghennen sollten schon in der 16. Lebenswoche umgestallt werden. Nach BAUER und FÖLSCH (2005) ist es problematisch, dass in der modernen Haltung die Herden nur noch aus gleichaltrigen Hennen bestehen und die Junghennen daher keine älteren Tiere um sich haben, an denen sie sich z. B. bezüglich der Nestplatzsuche orientieren könnten. Im Hinblick auf die Studie von LEE (2012), die exakt dieselben Käfige, Nester und Nestböden verwendete und zumindest bei den LB-Hennen mit 14,1 % einen ebenfalls recht hohen Anteil verlegter Eier zu verzeichnen hatte, liegt die Vermutung nahe, dass die Nester für die Hennen nicht attraktiv genug waren. In der Literatur ist vielfach beschrieben, dass eine schlechte Nestakzeptanz einen hohen Anteil verlegter Eier bewirkt (BESSEI 1988; SCHRADER, 2008; SCHÜMANN, 2008). Dabei bestand in der Arbeit von LEE (2012) ein Ressourcenangebot von 1:1, d. h. es gab gleich viele Nester wie Hennen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in vorliegender Studie nur noch halb so viele Nester angeboten wurden wie es Hennen gab, könnte es sein, dass es, wie von BAUMGART (2005) festgestellt, zu Engpässen bei der morgendlichen Eiablage kam, die ein Verlegen zusätzlich gefordert haben. Für diese Vermutung könnte auch sprechen, dass bei den LB-Hennen nur in 1,1 % aller Fälle alle vier gelegten Eier eines Abteils im selben Nest aufgefunden wurden. Dies könnte darauf hindeuten, dass die LB-Hennen alle zur Verfügung gestellten Nester genutzt haben und diese nicht ausreichten. Die LSL-Hennen schienen sich dagegen leichter arrangieren zu können und nutzten die Einzelnester teilweise simultan. So wurden an 9,8 % aller Tage alle vier Eier eines Abteils im selben Nest gefunden. BESSEI (1988) beobachtete, dass sich mehrere Hennen in Einzelnestern zusammendrängten, obwohl noch andere Nestplätze frei waren. Es scheint, als ob es bei den LSL-Hennen folglich nicht zu den oben genannten Engpässen kam. Die Verlegerate der LB-Hennen lag 21,4 % über der der LSL-Hennen. Auch bei LEE (2012) war die Differenz erheblich und betrug rund 12,0 %. MAIR et al. (2002) nennt ein genetisch unterschiedlich stark ausgeprägtes Nestsuchverhalten als Ursache hierfür, während KEPPLER (2008) eher Zusammenhänge zur Aufenthaltspräferenz der

Hennen herstellt und vermutet, dass Hennen, die sich allgemein lieber am Boden aufhalten, dort auch bevorzugt ihr Ei ablegen, anstatt dafür die i.d.R. erhöhten Nester aufzusuchen. Dass sich die LB-Hennen dieser Untersuchung bevorzugt am Boden aufhielten, zeigten die Verhaltensauswertungen mittels Videoaufzeichnungen, anhand derer deutlich wurde, dass sich im Mittel 8,8 bzw. 13,4 % mehr LB-Hennen als LSL-Hennen am Boden aufhielten (Hell- bzw. Dunkelphase). Laut ACHILLES (2002) kann es auch durch eine geringe Lichtintensität und schlechte Ausleuchtung des Stalles zum Auftreten hoher Verlegeraten kommen. Die Hennen in vorliegender Studie wurden bei einer Beleuchtungsstärke von durchschnittlich 3,1 Lux gehalten. Möglicherweise hat dies zu dem hohen Anteil verlegter Eier beigetragen. Es ist erwiesen, dass Einstreunester bevorzugt angenommen werden als Abrollnester, wie sie auch in der vorliegenden Studie angeboten worden waren (WOOD-GUSH und MURPHY, 1970; HOY et al., 2006). Warum die Verlegeraten derart hoch waren, kann nicht abschließend geklärt werden. Es muss jedoch auch stets bedacht werden, dass jede Henne individuelle Nestpräferenzen hat, die sich nicht unbedingt durch allgemeingültige Regeln ausdrücken lassen (RIETVELD-PIEPERS et al., 1985).

In der vorliegenden Studie wurden zwei mit LB-Hennen besetzte Abteile auffällig, in denen 100,0 % aller Eier verlegt worden waren. Andererseits waren unter den insgesamt zehn Abteilen vier (3x LSL, 1x LB), in denen die Verlegerate unter einem Prozent lag. Dies stützt die Aussage von RIETVELD-PIEPERS et al. (1985), nach denen eine Henne entweder kontinuierlich in oder aber stets außerhalb eines Nestes legt. Nach dem Legen ihrer ersten Eier ist die Mehrzahl der Hennen in ihrer Nestwahl beständig und legt fortan nur noch an diesem Ort (ENGELMANN, 1984; MAIR et al., 2002; KEPPLER, 2008). Auch die Ergebnisse dieser Studie bezüglich der Wahl des Eiablageplatzes spiegeln das wider. Hier wurde festgestellt, dass im Durchschnitt jedes Abteil nur drei bestimmte Kombinationen zum Ablageort (verlegt, Nest 1, Nest 2) der vier Eier eines Tages nutzte, obwohl die Hennen theoretisch viel mehr (15) Kombinationsmöglichkeiten gehabt hätten.

### **5.3.4. Schmutzeier**

Der Anteil an Schmutzeiern belief sich auf 6,9 % bei den LSL- und bei 11,0 % bei den LB-Hennen. Damit lagen die Werte im Bereich dessen, was in der Literatur beschrieben wird. Die Angaben dort schwanken zwischen 0,0-11,0 % (WEIGL, 2007; KEPPLER, 2008; SCHÜMANN, 2008; LEE, 2012). Im Hinblick darauf,

dass der Schmutzeianteil stark von der Verlegerate abhängt, da in erster Linie verlegte Eier verschmutzt werden (BAUMGART, 2005; LICKTEIG, 2006; KEPPLER, 2008), erscheint der Anteil an Schmutzeiern in der vorliegenden Studie, in der die Verlegerate sehr hoch war, noch relativ gering. Bei der deskriptiven Auswertung der Anteile an Schmutz- und verlegten Eiern in den einzelnen Abteilen, fiel eine positive Korrelation zwischen diesen beiden Parametern ebenfalls auf. So wiesen die drei Abteile mit den höchsten Verlegeraten (Nr. 5, 7 und 9) auch die höchsten Anteile an Schmutzeiern mit bis zu 25,6 % auf, während bei drei der vier Abteile, die weniger als 1,0 % der Eier verlegten (Nr. 2, 4, 6 und 10), auch lediglich ein Schmutzeianteil von unter einem Prozent zu verzeichnen war. Positiv auf den Schmutzeianteil hat sich vermutlich wie von MAIR et al. (2002) beschrieben der Einsatz von Abrollnestern ausgewirkt.

### **5.3.5. Knick- und Brucheier**

Der Anteil an Knick- und Brucheiern betrug 0,6 bzw. 1,0 % (LSL bzw. LB). Damit liegen die Werte in vorliegender Untersuchung im unteren Bereich der Angaben verschiedener Autoren. So beziffert SCHÜMANN (2008) den Knick- und Brucheiateil mit 3,0-4,0 % (Freilandhaltung), während LE BRIS (2005), LICKTEIG (2006) und FITZ (2007) für Hennen in Volierenhaltung einen Anteil von max. 0,5 % nennen. FISCHER (2009) behauptet jedoch, dass die Werte in Kleingruppenhaltung höher liegen und gibt 9 % an. LEE (2012) erzielte ebenfalls in Käfigsystemen für LSL-Hennen 1,2 % und für LB-Hennen 2,4 %.

Das Auftreten von Knick- und Brucheiern hängt von der Schalenstabilität ab (VITS et al., 2006, GRASHORN, 2008), die durch ein Zufüttern von Calcium erhöht werden kann (CORDTS et al., 2002; THIELE, 2012). In der vorliegenden Untersuchung wurde ab der 33. Lebenswoche Calcium in Form von Muschelgrit verabreicht. Dies könnte erklären, warum der Anteil an Knick- und Brucheiern geringer ausfiel als bei LEE (2012), deren Hennen im selben Haltungssystem gehalten wurden und das selbe Legemehl erhalten hatten wie die Hennen dieser Studie. Generell steigt die Inzidenz von Knick- und Brucheiern mit zunehmendem Alter der Hennen (FLOCK et al., 2008). Ein hoher Anteil beschädigter Eier trat in dieser Studie jedoch zu Beginn der Legeperiode auf und ist vermutlich eher auf die extrem hohe Verlegerate in dieser Zeit zurückzuführen, die bedingt, dass mehr Eier brechen oder kaputt gehen (MAIR et al., 2002; LEE, 2012). Dass der Anteil an Knick- und Brucheiern in dieser Untersuchung bei den LB-Hennen im Vergleich zu den LSL-Hennen höher ist, widerspricht den meisten

Literaturangaben (LE BRIS, 2005; LICKTEIG, 2006; DAMME et al., 2010; DAMME et al., 2011). Hier ist jedoch zu beachten, dass dies hauptsächlich auf ein Abteil der LB-Hennen zurückzuführen ist (Nr. 8), welches mit einem relativ hohen Anteil von 2,2 % den Gesamtdurchschnitt der LB-Hennen wesentlich erhöhte. In diesem Abteil waren die Hennen des Öfteren beim Eierfressen beobachtet worden, so dass hier häufig Schalenreste oder Brucheier aufgefunden wurden.

### **5.3.6. Windeier**

Der Anteil an Windeiern ähnelte mit 0,4 bzw. 0,2 % (LSL bzw. LB) in etwa den Literaturangaben, die zwischen 0,0-1,0 % variieren (FITZ, 2007; LEE, 2012). Eine virale Krankheit, die zu einem gesteigerten Auftreten von Windeiern führen könnte (GRASHORN, 2008), wurde zu keinem Zeitpunkt in der Herde festgestellt. Auch das in dieser Studie praktizierte Zufüttern von Muschelgrit reduzierte vermutlich das Legen von schalenlosen Eiern aufgrund von Fütterungsfehlern (MEHNER und RAUCH, 1958) im Sinne eines Calcium-Mangels (GERSTBERGER und BARTH, 2005).

### **5.3.7. Bruchfestigkeit der Eier und Eischalendicke**

Sowohl bezüglich der Schalendicke als auch der Bruchfestigkeit lagen die Durchschnittswerte der LSL-Eier mit 0,4 mm bzw. 36,3 N (Schalendicke bzw. Bruchfestigkeit) geringgradig unter den Werten der LB-Eiern, die 0,4 mm bzw. 37,5 N aufwiesen. Die Bruchfestigkeit hängt laut FITZ (2007) u. a. von der Schalendicke ab. Letztere lag bei beiden Linien verglichen mit den Untersuchungen von LE BRIS (2005) und LICKTEIG, 2006) leicht über dem Durchschnitt von 0,4 mm (sowohl LSL- als auch LB-Hennen). Bezüglich der Bruchfestigkeit erreichten die in dieser Studie ermittelten Werte nicht die von DAMME et al. (2010) für Hennen in Bodenhaltung oder die von der LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010) genannte Größenordnung von über 40,0 N. Allerdings lagen die Ergebnisse mit einer Differenz von mehr als 12,0 N nicht unerheblich über den von LEE (2012) verzeichneten Zahlen, die mit derselben Methode erhoben worden waren und sich daher zum direkten Vergleich eignen. Dies ist wahrscheinlich auf das Zufüttern einer zusätzlichen Calciumquelle ab der 33. Lebenswoche zurückzuführen, welche die Hennen von LEE (2012) im selben Haltungssystem nicht erhielten. Die Futterzusammensetzung hat große Auswirkungen auf die Eischalenstabilität (WEIGL, 2007), wobei insbesondere eine Calciumunterversorgung negative Folgen hat (SCHULTE, 1982). Gut eignen

sich hier Futterkalk oder Austernschalen als Calciumquelle (BOSCH, 2010; POTTGUETER, 2011). Bruchfestigkeit und Schalendicke stiegen in der vorliegenden Studie nach Beginn der Fütterung von Muschelgrit zumindest kurzfristig an. Im Verlauf der Legeperiode nahmen jedoch beide Parameter unter Schwankungen ab. Dies ist nach Aussagen von CORDTS et al. (2002) und LEYENDECKER et al. (2002) normal, da Hennen mit zunehmendem Alter weniger Calcium absorbieren können, aber eigentlich mehr Calcium benötigen, weil die Eier und damit die Schalen größer werden (BAZER, 2005; GRASHORN, 2008). Darüber hinaus spielt auch die Eiform eine Rolle bei der Bruchfestigkeit (LE BRIS, 2005; FITZ, 2007). In der vorliegenden Studie waren die Eier der LSL-Hennen im Vergleich zu den Eiern der LB-Hennen zu jedem Untersuchungszeitpunkt weniger breit und dafür stets länger. D. h. die Eier der LSL-Hennen zeigten sich tendenziell länglich und die der LB-Hennen eher rundlich. Möglicherweise wirkt sich eine rundliche Eiform positiv auf die Bruchfestigkeit aus, während längliche Eier mit spitzen Polen schneller brechen.

### **5.4. Tiergesundheit**

#### **5.4.1. Bonitur**

##### **5.4.1.1. Gefiederzustand**

Entsprechend den zahlreich in der Literatur belegten Gefiederverschlechterungen im Zeitverlauf (BURCKHARDT et al., 1979; RAUCH und MATTHES, 2004) entwickelte sich auch in vorliegender Studie der Befiederungsstatus im Laufe der Legeperiode deutlich negativ. Dies betraf, wie auch bei KJAER (2000) beschrieben, beide Legelinien und entsprechend WEITZENBÜRGER et al. (2006b) alle beurteilten Körperregionen. Kahlstellen können durch Körper- oder Federpicken verursacht werden (SEWERIN, 2002; BAZER, 2005; MARTIN, 2005). Dieses Verhalten wurde zwar bei der Videobeobachtung mit der Scan Sampling Methode mit einem Mittelwert von 1,5 bzw. 0,5 % (LSL bzw. LB) relativ selten beobachtet, fiel jedoch beim Continuous Recording des Staubbadeverhaltens auf. So gingen hier 95,4 bzw. 63,9 % (LSL bzw. LB) aller Staubbadeunterbrechungen und 66,9 bzw. 25,7 % aller vorzeitigen Beendigungen auf ein Bepicken zurück. Auch MARTIN (2005) beobachtete, dass häufig staubbadende Hennen Opfer von Federpicken sind. Wie FISCHER (2009) aussagt, kann aber auch der Befall mit der Roten Vogelmilbe, wie er in dieser Studie ab Februar 2011 vorlag, zu einer schlechten

Befiederung geführt haben. Ebenso kann die Haltung in den Käfigsystemen Gefiederschäden verursacht haben, da sich die Federn in der Enge mechanisch abnutzen (BURCKHARDT et al., 1979). So könnte auch die doppelte Besatzdichte im Vergleich zur Studie von LEE (2012), deren Hennen einen besseren Gefiederzustand aufwiesen, eine Erklärung darstellen. LEE (2012) ermittelte Durchschnittsnoten von 3,5 bzw. 3,8 (LSL- bzw. LB-Hennen), während für die Hennen in dieser Studie bei Anwendung desselben Scoringssystems nach LAYWEL (2006) durchschnittliche Noten von 2,6 bzw. 3,3 (LSL bzw. LB) verzeichnet wurden. Die größten Differenzen zwischen der vorliegenden und der Studie von LEE (2012) wurden im Bereich der Flügel festgestellt. Während bei LEE (2012) die Durchschnittsnote dieser Region 4,00 betrug und somit der Bestnote entsprach, wurden die Flügel der Hennen in dieser Untersuchung mit durchschnittlich 2,5 bzw. 2,7 benotet. TELLE (2011) erzielte bei LSL-Hennen in Kleingruppenhaltung eine Durchschnittsnote von 3,3 und in Volierenhaltung 3,7 im Bereich der Flügel. Hennen in Volierenhaltung haben generell ein deutlich intakteres Gefieder (WEIGL, 2007; SCHOLZ et al., 2008a). Neben den Federn an den Flügeln und am Schwanz waren in der vorliegenden Studie auch die Brust- und Bauchregionen insbesondere bei den LSL-Hennen stark beeinträchtigt. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Hennen vermehrt außerhalb der Matten auf dem Gitterboden Staubbaden ausübten (SEWERIN, 2002). Der mangelhafte Befiederungsstatus am Hals könnte daher kommen, dass die Hennen ihre Köpfe zwischen den Gitterstäben durchstrecken mussten, um aus den Trögen Fressen zu können, was ebenfalls eine Art des mechanischen Abriebs darstellt (BURCKHARDT et al., 1979).

### **5.4.1.2. Verletzungen**

Die meisten Verletzungen werden nicht mechanisch durch das Haltungssystem verursacht, sondern sind auf Pickattacken anderer Hennen zurückzuführen (FISCHER, 2009), so dass vom Zustand der Haut auf das Ausmaß des Federpickens geschlossen werden kann (KEPPLER, 2008). An anderen Körperregionen als dem Kamm waren im Durchschnitt über die gesamte Legeperiode hinweg 30,0 % der LSL- und 2,5 % der LB-Hennen verletzt. Nach Aussage von KNIERIM et al. (2007) schwankt der Anteil verletzter Hennen zwischen 0 und 33 %. RAUCH und MATTHES (2004) fanden bei 4,2 %, in Herden mit Kannibalismus jedoch auch bei bis zu 50,0 % der Hennen Verletzungen. LEE (2012) verzeichnete dagegen nur bei 0,04 % der LSL-Hennen Verletzungen, während bei den LB-Hennen überhaupt keine auftraten. Dies kann



zumindest teilweise durch einen sogenannten Durchgangseffekt begründet werden. So hatten die Hennen beider Studien beispielsweise verschiedene Elterntiere und wurden unter unterschiedlichen Bedingungen (Boden- vs. Käfigaufzucht) aufgezogen. Die Differenz könnte jedoch auch durch die unterschiedliche Besatzdichte erklärt werden. Im Gegensatz zu der Studie von LEE (2012) war die Besatzdichte in der vorliegenden Untersuchung exakt doppelt so hoch, so dass das Risiko für ein Auftreten an Federpicken und Kannibalismus deutlich erhöht ist (BILCIK und KEELING, 2000). Auch die zwischen März und Juni 2011, unabhängig von den Bonituruntersuchungen festgestellten Verletzungen bei elf LSL-Hennen, deuten auf ein Kannibalismusproblem bei der Linie LSL hin. In 64,0 % dieser Fälle waren die Verletzungen im Bereich des Bürzels und der Kloake lokalisiert und kreisrund, was laut FISCHER (2009) charakteristisch für kannibalistisch verursachte Wunden ist.

Verletzungen am Kamm entstehen häufig aufgrund von Rangordnungskämpfen unter den Hennen (RAUCH und MATTHES, 2004). Über die gesamte Legeperiode hinweg hatten 79,6 % der LSL- und 44,4 % der LB-Hennen verletzte Kämme. Bei LEE (2012) waren die Werte mit 59,1 bzw. 18,2 % (LSL bzw. LB) niedriger, was darauf hindeuten könnte, dass die höhere Besatzdichte in der vorliegenden Studie zu mehr sozialen Auseinandersetzungen geführt hat.

### **5.4.1.3. Fußgesundheit**

Zu pathologischen Veränderungen an den Fußballen und Zehen kommt es aufgrund ungünstiger Druckeinwirkungen, die bei langfristigem Aufenthalt der Hennen auf Gitterboden oder ungeeigneten Sitzstangen entstehen (RAUCH und MATTHES, 2004; WEITZENBÜRGER et al., 2005b). Runde Sitzstangen führen zu einer verstärkten mechanischen Belastung im Sinne hoher punktueller Druckkräfte (RÖNCHEN et al., 2008). Ovale Sitzstangen, wie sie in dieser Studie zum Einsatz kamen, wirken sich dagegen positiv auf die Fußgesundheit aus (PICKEL et al., 2011). Epithelläsionen traten bei beiden Linien an den Fußballen häufiger sowie in ausgeprägterem Ausmaß auf als an den Zehenballen. Ohne Läsionen an den Sohlenballen waren im Durchschnitt über die Legeperiode hinweg 48,3 bzw. 55,4 % der Hennen (LSL bzw. LB). An den Zehenballen traf dies auf 87,5 bzw. 72,3 % der Hennen zu. Von hyperkeratotischen Veränderungen waren 19,8 bzw. 40,2 % der Hennen betroffen (LSL bzw. LB). Dabei befanden sich diese bei den LSL-Hennen v. a. an den Fußballen, während sie bei den LB-Hennen hauptsächlich an den Zehenballen auftraten.

Damit widersprechen die Ergebnisse abgesehen vom Hyperkeratose-Befund der LB-Hennen den Ausführungen von SEWERIN (2002) und FISCHER (2009), nach denen sich pathologische Veränderungen bei Hennen in Käfig- oder Kleingruppenhaltung vermehrt im Bereich der Zehenballen lokalisieren, während sie in Volieren-/Bodenhaltung verstärkt an den Fußballen vorzufinden sind. Bei LEE (2012) waren dagegen, ebenso wie in der vorliegenden Untersuchung, die Sohlenballen stärker betroffen als die Zehenballen. Auch hinsichtlich des vermehrten Auftretens von Hyperkeratosen bei LB- im Vergleich zu LSL-Hennen stimmen die Ergebnisse mit denen von LEE (2012) und darüber hinaus mit WEITZENBÜRGER et al. (2005b) überein.

#### **5.4.1.4. Brustbeinzustand**

Der Brustbeinzustand stellte sich sowohl bei den Bonituruntersuchungen während der Legeperiode als auch bei den postmortalen Beurteilungen bei den LSL-Hennen besser dar als bei den LB-Hennen. Dabei verschlechterte sich der Status bei beiden Legelinien im Laufe der Legeperiode, das den Ergebnissen von WEITZENBÜRGER et al. (2006b) und LEE (2012) entspricht. Die durchschnittliche Note betrug in der vorliegenden Studie bei den LSL-Hennen 3,5 bzw. 3,1 (Durchschnitt über alle Untersuchungen im Verlauf der Legeperiode, palpatorisch bestimmt bzw. postmortale Untersuchung, optisch bestimmt) und bei den LB-Hennen 3,4 bzw. 2,9. Damit lagen die von LEE (2012) ermittelten Durchschnittsnote während der Legeperiode mit 3,2 bei den LSL- bzw. 2,9 bei den LB-Hennen darunter.

Da eine ausreichende Calciumversorgung von wesentlicher Bedeutung für einen positiven Brustbeinzustand ist (BAUMGART, 2005; LICKTEIG, 2006), könnte auch hier wieder das Zufüttern von Muschelgrit die besseren Ergebnisse in der vorliegenden im Vergleich zu der Studie von LEE (2012) erklären. Einen schlechteren Zustand des Brustbeines bei der Linie LB im Vergleich zu der Linie LSL konnte auch LICKTEIG (2006) nachweisen. Dieser ist durch das höhere Körpergewicht der LB-Hennen bedingt (WEITZENBÜRGER et al., 2006b; PICKEL et al., 2011). Der Behauptung von WEITZENBÜRGER et al. (2006b), dass bei den LSL-Hennen zwar weniger, dafür jedoch stärkere Deformationen vorliegen, stehen sowohl die Werte dieser Studie als auch die Ergebnisse von LEE (2012) entgegen. Im Verlauf der Legeperiode wurden durchschnittlich bei 3,8 bzw. 11,3 % der Hennen (LSL bzw. LB) hochgradige Verformungen im Sinne der schlechtmöglichen Note 2 festgestellt. Bei LEE (2012) waren es 17,5 bzw. 37,8 % der Hennen.



### **5.4.1.5. Körpergewicht**

Die Zunahme des Körpergewichts schien erst in der 39. Lebenswoche und somit etwas später als von HALLE (2008) angegeben, beendet zu sein. Verglichen mit der Aussage von DAMME et al. (2010), nach denen eine Henne in der 18. Lebenswoche im Mittel 1,2 bzw. 1,4 kg (LSL bzw. LB) wiegt und der Angabe der LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2010), demnach eine Henne im Alter von 20 Wochen ca. 1,4 bzw. 1,7 kg (LSL bzw. LB) aufweist, lagen die Werte in dieser Studie etwas niedriger. So wog eine Henne der Linie LSL als auch der Linie LB in der 19. Lebenswoche 1,2 kg. Das durchschnittliche Körpergewicht am Ende der Legeperiode, als die LSL-Hennen 1,7 kg und die LB-Hennen 2,0 kg wogen, entsprachen dagegen den von DAMME et al. (2010) genannten Werten von 1,7 bzw. 2,0 kg für Hennen in Bodenhaltung. Hennen in Käfigsystemen sind generell schwerer als Hennen in alternativen Haltungsformen (ELSON und CROXALL, 2006), da je nach dem Ausmaß an Bewegungsfreiheit ein unterschiedlicher Energieumsatz vorliegt (MAMMEN, 2010). Das geringere durchschnittliche Körpergewicht der LSL-Hennen gegenüber den LB-Tieren kann auf deren schlechtere Befiederung zurückzuführen sein (FISCHER, 2009).

### **5.4.1.6. Krallen**

Mit durchschnittlich 2,2 cm bei den LSL- gegenüber 2,0 cm bei den LB-Hennen, bestätigten sich die Literaturangaben von VITS et al. (2005b) und WEITZENBÜRGER et al. (2006b), nach denen LB-Hennen kürzere Krallen aufweisen als LSL-Hennen. Dies ist laut PETERMANN (2006) auf deren weichere Krallen zurückzuführen, die sich schneller abnutzen. Da den Hennen in vorliegender Studie keine ausreichende Vorrichtung zum Krallenabrieb zur Verfügung stand, wurden die Krallen bei Bedarf manuell gekürzt. Dies war bei den LSL-Hennen häufiger nötig als bei den LB-Hennen.

## **5.4.2. Physiologische Blutparameter**

### **5.4.2.1. Hämatokrit und Hämoglobin**

Im zeitlichen Verlauf stellten sich die Kurven der beiden Legelinien nahezu parallel dar, wobei die LSL-Hennen mit einem mittleren Hämatokrit von 30,7 % stets über den LB-Hennen mit durchschnittlich 28,8 % lagen. Damit befanden sich die Werte im Bereich dessen, was MAMMEN (2010) als physiologisch erachtet. Sie gab dazu einen Referenzbereich von 24 bis 43 % an. Dabei ist der

Hämatokrit abhängig dem Ovulationszeitpunkt, dem Alter und nicht zuletzt von der Herkunft (BURCKHARDT und FÖLSCH, 1977). LE BRIS (2005) bezifferte den durchschnittlichen Hämatokrit mit 28 bzw. 30 % (LSL bzw. LB), während LEE (2012) Werte von 28,2 bzw. 27,5 % ermittelte. Nach BAUMGART (2005) kommt es bei einem Befall mit der Roten Vogelmilbe, die sich vom Blut der Hennen ernährt, am Ende der Legeperiode zu einem Rückgang des Hämatokrits. Über eine erhöhte Futter- und Wasseraufnahme kann der Blutverlust jedoch kompensiert werden (LIEBISCH und LIEBISCH, 2003). MAMMEN (2010) stellte ein Konstantbleiben des Hämatokrits trotz der Roten Vogelmilbe ebenfalls fest. Auch in der vorliegenden Studie findet sich kein Hinweis auf eine Verminderung des Hämatokrits trotz zeitweise massivem Milbenbefall ab Februar 2011. Inwieweit zur Kompensation von den Hennen mehr Futter aufgenommen wurde, ist aufgrund anderer, den Futterverbrauch beeinflussender Faktoren wie dem Wachstum der Hennen und den unterschiedlichen Einstreuintervallen nicht festzustellen.

Der Hämoglobingehalt stieg zum Ende der Legeperiode hin sogar leicht an, dies beschrieb auch LE BRIS (2005) in ihrer Untersuchung. Ein Milbenbefall kann jedoch auch diesen Parameter negativ beeinflussen (BAZER, 2005). Durchschnittlich wurde bei den LSL-Hennen ein mittlerer Hämoglobingehalt von 7,1 mmol/l und bei den LB-Hennen 6,5 mmol/l gemessen. Die Ergebnisse lagen damit im oberen Bereich der von PILASKI (1972) genannten Werte von 5,3 bis 7,3 mmol/l und leicht über dem von GRASSMANN und LUTZ (2005) angegebenen Gehalt von 6,2 mmol sowie der Ergebnisse von LEE (2012), die 5,9 bzw. 5,6 mmol/l (LSL bzw. LB) feststellte.

Nach SEWERIN (2002) sollten ermittelte Hämoglobinkonzentrationen mit Vorsicht interpretiert werden, da sie äußerst großen Schwankungen unterliegen und damit keinen eindeutigen Gesundheitsindikator darstellen.

### **5.4.2.2. Calcium und Phosphor**

Die Calciumkonzentration belief sich auf 8,1 bzw. 7,7 mmol/l (LSL bzw. LB), während der Phosphorgehalt bei 2,3 bzw. 2,4 mmol/l lag. Das durchschnittliche Calcium-Phosphorverhältnis betrug damit 3,6:1 bzw. 3,2:1.

FITZ (2007), SCHÜMANN (2008) und LEE (2012) ermittelten ein Calcium-Phosphor-Verhältnis von ca. 3,5-4:1. In den genannten Studien kam stets dieselbe Messmethode durch ein automatisches Analysegerät mit Komplexbildung von Calcium mit Arsenazo III bzw. Phosphor und Ammoniummolybdat zum Einsatz, die auch in der vorliegenden Studie

angewandt worden war. Damit sind die Ergebnisse untereinander direkt vergleichbar.

Die Regulation des Calcium- und Phosphorspiegels im Blut verläuft weitgehend parallel (PFEFFER, 2005). Großen Einfluss darauf hat die Futterzusammensetzung. Kann über das Futter nicht genug Calcium aufgenommen werden, sinkt der Blutcalciumgehalt bis schließlich die Legeleistung herabgesetzt wird (LUCK und SCANES, 1979; GERSTBERGER und BARTH, 2005). Die Calciumkonzentration im Blut schwankt allerdings auch stark im Tagesverlauf, je nachdem in welchem Stadium sich die Eischalenbildung befindet, so dass der Zeitpunkt der Blutabnahme entscheidend ist. (SCHOLTYSSSEK, 1968; BAUMGART, 2005). Kurz nach der Eiablage lässt sich die höchste, kurz davor die niedrigste Calciumkonzentration im Blut messen (KÖLLING et al., 1992a). Ein günstiges Calcium-Phosphor-Verhältnis, das nach Angaben von GYLSTORFF und GRIMM (1998) bei 1,5-2:1 liegt, hat positive Auswirkungen auf die Legeleistung und Eischalenstabilität (HÄRTEL, 1990). Obwohl das Calcium-Phosphor-Verhältnis in dieser Studie demnach recht hoch war, ließen sich keine negativen Folgen in Bezug auf die Leistungsparameter feststellen.

### **5.4.2.3. Ig Y-Konzentration**

Die durchschnittliche Ig Y-Konzentration lag bei den LSL-Hennen sowohl bei den Serum- als auch bei den Dotterproben leicht über der der LB-Hennen. So wiesen Hennen der Linie LSL 12,0 bzw. 12,1 g/l (im Serum bzw. Dotter) und Hennen der Linie LB 11,1 bzw. 11,9 g/l auf. Dies widerspricht den Studien von LE BRIS (2005), LICKTEIG (2006) und LEE (2012), in denen die höheren Werte stets bei den LB-Hennen gefunden wurden. Dass die Konzentration im Serum meist unter der im Dotter liegt, ist nach den Aussagen von WALLMANN et al. (1990), SEWERIN (2002) und FITZ (2007) physiologisch.

Generell scheinen die in der vorliegenden Studie gemessenen Werte relativ niedrig zu sein. So ermittelten ERHARD et al. (2000) Dotterkonzentrationen zwischen 13,5 und 15,4 g/l und LEE (2012) Werte zwischen 12,2 und 15,8 g/l (Dotter) bzw. 13,4 und 14,4 g/l (Serum), während LICKTEIG (2006) noch höhere Werte zwischen 25,8 und 27,8 g/l feststellte. Laut BAUMGART (2005) und LE BRIS (2005) reduziert sich der Ig Y-Gehalt im Zusammenhang mit einer höheren Besatzdichte. Dies könnte die geringeren Werte dieser Studie im Vergleich zu der Untersuchung von LEE (2012) erklären, deren Hennen in halber Besatzdichte bei ansonsten gleichen Bedingungen gehalten wurden. Darüber

hinaus vermutet BAZER (2005), dass bei einer höheren Legeleistung geringere Ig Y-Gehalte im Dotter vorliegen. Die Legeleistung in der vorliegenden Studie kann bei beiden Legelinien, insbesondere jedoch bei den LSL-Hennen, als überdurchschnittlich bezeichnet werden.

### **5.4.3. Postmortale Untersuchungen**

#### **5.4.3.1. Leberzustand**

Mit durchschnittlich 34,3 bzw. 30,4 g (LSL bzw. LB) lag das Lebergewicht dieser Studie unter den von DAMME et al. (2011) angegebenen Werten von 36,1 bzw. 33,4 g. LEE (2012) stellte ein Lebergewicht von rund 31,0 g fest, wobei die Lebern der LSL-Hennen geringgradig weniger wogen als die der LB-Hennen.

Beim Fettlebersyndrom handelt es sich um eine multifaktoriell bedingte Stoffwechselerkrankung (KOLB, 1992a), die v. a. in Intensivhaltungen auftritt (KAMPHUES et al., 2004) und meist klinisch inapparent verläuft (VITS und WEITZENBÜRGER, 2005). In der vorliegenden Studie waren bei den LB-Hennen weder physiologische noch hochgradig verfettete Lebern vorzufinden. Bei 89,5 % der LB-Hennen (entspricht 17 Hennen) wurde eine mittelgradige Verfettung festgestellt. Dieser Anteil betrug bei den LSL-Hennen 80,0 % (16 Hennen), wobei bei 10,0 % der Hennen auch physiologische Befunde erhoben wurden. Eine einzelne LSL-Henne zeigte eine hochgradig verfettete Leber, die mit 58,0 g auch mit Abstand am schwersten war. Eine hohe Legeleistung, wie sie die Hennen beider Linien, v. a. jedoch die LSL-Hennen in dieser Studie vorwiesen, begünstigt die Entstehung von Leberverfettungen (WEITZENBÜRGER et al., 2005a), ebenso wie die Fütterung von energiereichen Legemehlen und die Haltung in Käfigsystemen (KAMPHUES et al., 2004), sowie Bewegungseinschränkungen aufgrund einer hohen Besatzdichte (VITS und WEITZENBÜRGER, 2005; FISCHER, 2009). Laut FISCHER (2009) weisen über 75 % aller untersuchten Hennen Leberverfettungen in mindestens mittelgradigem Ausmaß vor.

#### **5.4.3.2. Knochenbruchfestigkeit**

Die Knochenbruchfestigkeit korreliert negativ mit der Eischalenstabilität (FLEMING, 2006). Durch den hohen Calciumbedarf, der für die Eischalenbildung nötig ist, wird strukturierte Knochenmasse abgebaut, so dass die Knochenstabilität im Verlauf der Legeperiode abnimmt (WITHEHEAD, 2000). Zu einer geringen Bruchfestigkeit kommt es insbesondere in konventioneller

Käfighaltung, was auf die dortigen Bewegungseinschränkungen zurückgeht (TACTACAN et al., 2009).

Unter Anwendung zweierlei Prüfmethoden wurde bei den LSL-Hennen eine mittlere Humerusbruchfestigkeit von 148,0-154,1 N und bei den LB-Hennen durchschnittlich 185,9-192,8 N gemessen. Für die Tibia wurden allgemein niedrigere Werte verzeichnet mit 127,9-135,0 N bei den LSL- und 132,6-136,6 N bei den LB-Hennen. Die Calciumfreisetzung aus den Skelettknochen erfolgt in einer bestimmten Reihenfolge, wobei aus der Tibia früher Calcium resorbiert wird als aus dem Humerus (TAYLOR, 1965). Dadurch stellt sich der Humerus in vielen Studien stabiler dar als die Tibia (VITS et al., 2006; SCHOLZ et al., 2009). Die in dieser Studie erhaltenen Ergebnisse liegen unter den Werten von VITS et al. (2005b), nach denen die mittlere Bruchfestigkeit des Humerus 177,1 bzw. 254,5 N (LSL bzw. LB) und die der Tibia 147,4 bzw. 140,9 N beträgt. LEE (2012) nannte für den Humerus 122,9 bzw. 124,1 N (LSL bzw. LB) und für die Tibia 102,3 bzw. 89,1 N. Die geringere Knochenbruchfestigkeit der LSL-Hennen im Vergleich zu den LB-Hennen lässt sich durch die Aussage von KNOWLES et al. (1993) erklären, dass die Bruchfestigkeit und das Körpergewicht der Hennen positiv miteinander korrelieren. Da laut LEYENDECKER et al. (2002) auch die Ernährung der Hennen den Calciumstoffwechsel und damit die Knochenbruchfestigkeit wesentlich beeinflusst, könnte die Gabe von Muschelgrit die höhere Knochenstabilität in der vorliegenden Studie gegenüber den Ergebnissen von LEE (2012) erklären. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Bewegungsmöglichkeiten bei den Hennen in dieser Studie aufgrund der doppelten Besatzdichte stärker eingeschränkt waren als bei den Hennen in der Untersuchung von LEE (2012), liegt die Vermutung nahe, dass zusätzliche Calciumgaben die Bruchfestigkeit in stärkerem Maße positiv beeinflussen als ein Plus an Bewegungsfreiheit.

## **5.5. Verhaltensbeobachtung**

### **5.5.1. Ergebnisse des Scan Samplings**

#### **5.5.1.1. Aufenthaltsort**

Während der Hellphase hielten sich 88,9 % der LSL- und 97,9 % der LB-Hennen auf dem Boden auf. 6,8 bzw. 1,5 % (LSL bzw. LB) der Hennen auf den Sitzstangen und 4,3 bzw. 0,6 % (LSL bzw. LB) in den Nestern. Dies spricht für die Vermutung von KEPPLER (2008), dass sich bestimmte Legelinien bevorzugt am Boden aufhalten, während andere Herkünfte wie z. B. LSL-Hennen auch die



dritte Dimension eines Haltungssystems nutzen. In Tendenzen ließ sich dieses Verhalten auch bei LEE (2012) feststellen, allerdings weit weniger stark ausgeprägt. So befanden sich in ihrer Studie in der Hellphase 92,3 bzw. 95,2 % (LSL bzw. LB) auf dem Boden, 3,9 bzw. 2,6 % auf den Sitzstangen und 3,8 bzw. 2,2 % in den Nestern.

TELLE (2011) ermittelte während der Hellphase einen Anteil von 9,9 % der Henne auf Sitzstangen und stellte fest, dass die höchste Sitzstange, auf der die Hennen ungestört von den Artgenossen sind, bevorzugt genutzt wurde. Darüber hinaus präferierten die Hennen Sitzstangen aus Holz, gefolgt von Plastik und schließlich Stahl. Obwohl die Sitzstangen in der vorliegenden Studie deutlich erhöht angebracht und zudem aus Holz waren, befand sich verglichen mit TELLE (2011) ein kleinerer Anteil der Hennen auf den Sitzstangen. Möglicherweise liegt dies an der Anordnung der Sitzstangen. Da die Nester nur darüber zu erreichen waren, kann es sein, dass Hennen, die auf den Sitzstangen ruhen wollten durch Hennen gestört wurden, die das Nest aufsuchten und die Sitzstangen dadurch unattraktiver auf die Hennen wirkten. Nach THUM (2009) spielt die Sitzstangenhöhe tagsüber keine Rolle, nur in der Nacht zeigt sich die Präferenz zu erhöhten Stangen. Laut ihrer Aussage befanden sich in der Hellphase im Durchschnitt 4,4 % der Hennen auf Sitzstangen.

In der vorliegenden Untersuchung hielten sich von den am Boden befindlichen Hennen während der Hellphase 27,8 bzw. 30,7 % (LSL bzw. LB) auf den Staubbadematten auf und der Rest der Hennen auf dem Gitterboden. Während der Dunkelphase nahm der Anteil der Tiere auf den Matten bei den LSL-Hennen leicht auf 24,1 % ab, bei den LB-Hennen jedoch deutlich auf 43,8 % zu. Auch bei LEE (2012) konnte feststellen, dass sich während der Dunkelphase mehr der am Boden befindlichen Hennen auf den Matten aufhielten. THUM (2009) begründet eine Präferenz für den nächtlichen Aufenthalt auf den Matten damit, dass auf den unperforierten Matten eine Wärmespeicherung besser möglich ist als auf dem perforierten Gitterboden und Ruhen laut BLOKHUIS (1984) auch die Funktion der Wärmeerhaltung hat. Nach HUGES und BLACK (1973) scheinen Hennen generell Böden zu bevorzugen, die ihnen einen größtmöglichen Fußkontakt zu dem jeweiligen Untergrund ermöglichen. Für die Ergebnisse der vorliegenden Studie gilt es zu beachten, dass die beiden Staubbadematten mit 1850 cm<sup>2</sup> pro Abteil und 462,5 cm<sup>2</sup> pro Henne relativ klein waren, so dass sie evtl. nicht genug Platz für alle Henne gleichzeitig boten und daher möglicherweise Hennen, die eigentlich ebenfalls eine Matte als Untergrund vorgezogen hätten auf dem Gitter bleiben mussten. Dies gilt sowohl für die Hell- als auch für die Dunkelphase.

Aufgrund der Anordnung der Staubbadematten nah vor den Futtertrögen ist es außerdem denkbar, dass sich während der Hellphase viele Hennen beim Fressen „automatisch“ auf den Staubbadematten befanden und nicht wegen einer Bevorzugung der Bodenstruktur.

In der Dunkelphase verringerte sich der Anteil der Hennen auf dem Boden (d. h. Matte und Gitterboden) deutlich. So fanden sich nur noch 36,6 bzw. 50,3 % (LSL bzw. LB) der Hennen auf dem Boden, jedoch 57,0 bzw. 34,2 % auf den Sitzstangen. Bei beiden Legelinien begannen die Hennen schon vor Beginn der abendlichen Dämmerungsphase, Plätze auf den Sitzstangen aufzusuchen. Dies beschreibt auch ENGELMANN (1969). Hühner ruhen hauptsächlich in der Nacht und suchen dafür am Abend erhöhte Plätze auf, wo sie schlafen (OESTER, 2005; PETERMANN, 2006). In der Literatur variieren die hierzu genannten Anteile der aufgebaumten Hennen zwischen 60,0 und über 90,0 % (APPLEBY et al., 1993; SEWERIN, 2002; PLATZ et al., 2009; LEE, 2012).

Ein nicht zu vernachlässigender Teil der Hennen nutzte außerdem, wie auch von RAUCH und MATTHES (2004) beschrieben, die Nester als Schlafplatz. Dies waren in der vorliegenden Studie bei den LSL-Hennen 6,2 % und bei den LB-Hennen 15,5 %. Damit lagen die Anteile der in den Nestern nächtigenden Hennen im Rahmen der in der Literatur verzeichneten Angaben. VAN NIEKERK et al. (2001) nennt hier 25 %, THUM (2009) 4,4 % und LEE (2012) 3,6 bzw. 2,2 % (LSL bzw. LB).

Während der Hellphase beschränkte sich die Nutzung der Nester in erster Linie auf die frühen Morgenstunden. So waren zeitweise bis zu 16,2 % der LSL-Hennen in den Stunden vom ersten Beobachtungszeitpunkt um 5 Uhr bis 9 Uhr in den Nestern, während es sich bei den LB-Hennen v. a. um die Zeit von 5 Uhr bis 7 Uhr handelte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Legeaktivität am Vormittag am größten ist und die Nester dementsprechend vor allem während der ersten Tageshälfte genutzt werden (FÖLSCH, 1981; HERGT, 2007). Dabei kommt es bei Braunlegern im Allgemeinen früher am Tag zur Eiablage als bei den Weißlegern (CAMPO et al., 2007). Oft schließen sich an die Eiablage noch bis zu 45-minütige Ruhephasen im Legenest an (MARTIN, 1985; OESTER, 2005).

Während sich in der vorliegenden Studie im Verlauf des restlichen Tages oft überhaupt keine LB-Hennen in den Nestern befanden, pendelte der Anteil der LSL-Hennen in Nestern auch nach dem Mittag zwischen einem und fünf Prozent. Laut VAN NIEKERK et al. (2001) bieten die Nester einen guten Sichtschutz gegenüber den anderen Hennen, so dass sie v. a. rangniederen Hennen

(SHIMMURA et al., 2008) nicht nur zur Eiablage, sondern darüber hinaus als Rückzugsmöglichkeit dienen (FÖLSCH, 1981; WEITZENBÜRGER et al., 2006a). Dies trifft sicherlich auch auf die LSL-Hennen dieser Untersuchung zu, bei denen es vermehrt zu Körper- bzw. Federpicken und Ansätzen von kannibalistischem Verhalten kam.

### 5.5.1.2. Nutzung der Ressourcen

Während der Nacht befinden sich die Hennen an erhöhten Plätzen, wo sie engen Körperkontakt zu ihren Artgenossen suchen und dicht nebeneinander schlafen (OLSSON und KEELING, 2000; DISTL und SIEGMANN, 2005). Dies bietet ihnen Schutz vor Fressfeinden (PEITZ und PEITZ, 2009). Im Vergleich zur Hellphase erhöhte sich in der Dunkelfase die mittlere Anzahl an Hennen, die sich eine Sitzstange teilten und betrug dann 2,1 bzw. 2,0 (LSL bzw. LB) Hennen pro Sitzstange. Zwei Hennen pro Sitzstange fanden sich in 29,0 bzw. 36,9 % der Beobachtungen. Drei Hennen pro Stange wurden in 23,8 bzw. 29,3 % der Fälle und vier Hennen pro Sitzstange in 9,9 bzw. 0,9 % beobachtet. Befanden sich vier Hennen gleichzeitig auf derselben Sitzstange, waren sie sehr dicht gedrängt. Aus diesem Grund wurden während der gesamten Studie auch nur in zwei Fällen (< 1,0 %) vier Hennen der mittelschweren Legelinie LB gleichzeitig auf derselben Stange gezählt. In der vorliegenden Studie maß eine Sitzstange 55 cm, pro Abteil waren zwei Stangen angebracht. Laut TierSchNutzV (2006) müssen die Sitzstangen eine Länge von mindestens 15,0 cm pro Henne aufweisen. Bei einer zeitgleichen Nutzung einer Stange von allen vier Hennen, hätte theoretisch jede Henne 13,8 cm Platz, also nahezu so viel wie gesetzlich vorgeschrieben. Dies scheint v. a. im Hinblick auf (mittel-)schwere Legelinien etwas eng bemessen zu sein, um allen Tieren „ein ungestörtes, gleichzeitiges Ruhen“ auf den Sitzstangen zu ermöglichen, insbesondere in Anbetracht dessen, dass sich die Hennen nachts gern dicht beieinander befinden (DISTL und SIEGMANN, 2005), also vermutlich nur ungern unterschiedliche Sitzstangen nutzen.

Bei den LSL-Hennen wurden maximal zwei Hennen gleichzeitig in einem Nest beobachtet und dies auch lediglich in 1,0 % aller Beobachtungen. Nach PETERMANN (2006) werden besonders attraktive Nester teilweise gleichzeitig von mehreren Hennen genutzt. LICKTEIG (2006), beobachtete, dass sich während der morgendlichen Hauptlegezeit oft so viele Hennen in einem Nest befanden, dass sie übereinander sitzen mussten.

Dagegen wurde bei den LB-Hennen in insgesamt 13,2 % der Fälle gesehen, dass sich alle vier Hennen eines Abteils gleichzeitig in einem Nest befanden.

Dieses Phänomen trat in erster Linie während der Dunkelphase auf. Eine Nutzung der Legenester als Schlafplatz wird auch durch RAUCH und MATTHES (2004) sowie THUM (2009) beschrieben. Dicht zusammengedrängt nächtigen Hennen, um Wärmeverluste in die Umgebung zu reduzieren (BLOKHUIS, 1984) und in der Natur auch, um Schutz vor Fressfeinden zu suchen (DISTL und SIEGMANN, 2005). Im zeitlichen Verlauf wurde es immer seltener und ab der 35. Lebenswoche überhaupt nicht mehr gesehen, dass sich alle vier LB-Hennen eines Abteils im selben Nest zusammendrängten.

Aus einem Futtertrog fraßen zur selben Zeit durchschnittlich 1,3 LSL- bzw. 1,2 LB-Hennen. Bei beiden Linien wurde nur in Einzelfällen (< 2,0 %) beobachtet, dass drei Hennen zeitgleich aus demselben Trog pickten. Auch dass sich zwei Hennen einen Trog teilten, kam in weniger als einem Viertel aller Beobachtungen vor. An jedem Abteil waren zwei Futtertröge mit einer Kantenlänge von jeweils 31,0 cm angebracht, so dass theoretisch jeder der vier Hennen ein 15,5 cm breiter Futterplatz zur Verfügung stand. In der TierSchNutzV (2006) ist pro Henne eine Trogkantenlänge von 12,0 cm vorgeschrieben. Unter Einbezug der Ergebnisse der vorliegenden Studie, bei der relativ großzügig, in jedem Fall über die gesetzlich vorgeschriebenen Maße hinausgehend, Futterplätze an den Trögen angeboten wurden und die Hennen dennoch in 75,3 bzw. 78,9 % aller Fälle (LSL bzw. LB) allein aus einem Trog fraßen, gilt es hier in Zukunft einen Fokus darauf zu legen, ob die vorgeschriebene Kantenlänge pro Henne ausreichend ist.

### **4.5.1.3. Tagesprofil verschiedener Verhaltensweisen**

Entsprechend mehrerer Literaturbelege nahm auch in der vorliegenden Studie die Nahrungsaufnahme den größten Teil der Tageszeit in Anspruch (FÖLSCH, 1981; BESSEI, 1988). Während der Hellphase wurden durchschnittlich 30,8 % der LSL- und 29,0 % der LB-Hennen beim Fressen aus den Futtertrögen oder Picken von der Staubbadematte beobachtet. Dies liegt unter den Angaben von BESSEI (1988), der einen Anteil von ca. 40 % nennt. Für die alleinige Futteraufnahme aus den Trögen wurden Anteile von 20,5 bzw. 16,2 % (LSL bzw. LB) ermittelt. LEE (2012) verzeichnete dafür 15,3 bzw. 12,7 % der Hennen. In der Dunkelphase lagen Verhaltensweisen des Funktionskreises Ernährungsverhalten bei beiden Linien deutlich unter einem Prozent.

Beim Trinken wurden im Laufe der Hellphase 4,8 bzw. 4,3 % der Hennen gezählt. Die Wasseraufnahme lag damit unter dem von BESSEI (1988) genannten Wert von 14 %. Möglicherweise liegt dies, ebenso wie die Zahlen zur

Futteraufnahme, an der Art der Verhaltensbeobachtung, wobei die durch ein Scan Sampling erhaltenen Ergebnisse generell niedriger ausfallen. Dafür sprechen auch die Zahlen von LEE (2012), die 5,1 bzw. 3,5 % (LSL bzw. LB) beim Wasseraufnahmeverhalten beobachtete und ebenso wie in der hier vorliegenden Studie mit der Methode des Scan Samplings auswertete.

Die LSL-Hennen zeigten v. a. ab dem Mittag, die LB-Hennen ab dem Nachmittag ein gesteigertes Nahrungsaufnahmeverhalten, das bis kurz vor Beginn der Abenddämmerung anhielt und an dem sich rund 35,6 % aller Hennen beteiligten. Dies ähnelt der Aussage von BAUMGART (2005), die eine stetige Zunahme der Nahrungsaufnahme im Tagesverlauf um bis zu 15 % verzeichnete. Ein weiteres Maximum fand sich bei beiden Linien gegen 11 Uhr, der Zeit der (ersten) Einstreugabe und war hauptsächlich auf ein vermehrtes Picken von der Staubbadematte zurückzuführen. Betrachtete man einzig die Futteraufnahme aus den Trögen, zeigte sich wie von BESSEI (1988) und MISHRA et al. (2005) beschrieben ein zweigipfliger Verlauf mit Höhepunkten in den Morgenstunden und am Nachmittag.

Körperpicken wurde bei 1,5 % der LSL- und 0,5 % der LB-Hennen während der Hellphase beobachtet. Dieses Ergebnis ähnelt sehr den Angaben von BESSEI (1988), nach denen sowohl Körperpicken als auch aggressives Picken mit weniger als einem Prozent die am seltensten ausgeübte Verhaltensweise ist. Die These von KJAER (2000), dass das Federpicken im Laufe des Tages v. a. bei mittelschweren Legelinien zunimmt, konnte in vorliegender Untersuchung nicht bestätigt werden. Hier waren keine eindeutigen Auf- oder Abwärtstendenzen im Tagesverlauf festzustellen.

Nach KEPPLER (2008) kommt es bei Legelinien, die eine hohe Sitzstangennutzung aufweisen, eher zu Federpicken und Kannibalismus. MARTIN (2005) beschrieb eine positive Korrelation zwischen der Legeleistung und dem Risiko für Federpicken. Beides könnte erklären, weshalb Federpicken in der vorliegenden Studie vermehrt bei LSL-Hennen auftrat, obwohl nach KJAER (2000) und BENDA (2008) davon eher die mittelschweren Herkünfte wie LB-Hennen betroffen sind.

Die Körperpflege stellt innerhalb des Funktionskreises Komfortverhalten den größten Anteil dar (FÖLSCH, 1981). Durchschnittlich wurde Körperpflege im Verlauf der Hellphase bei 13,3 bzw. 11,2 % der Hennen beobachtet. Bei beiden Linien wurde es vor allem in den Zeiten von 7 bis 10 Uhr und zwischen 11:40 und 14:40 Uhr ausgeübt. Die meisten Autoren geben an, dass Gefiederpflege hauptsächlich in den Mittagsstunden stattfindet (ENGELMANN, 1969; BESSEI,

1988; BAUMGART, 2005), während MISHRA et al. (2005) aussagen, dass Körperpflege besonders lang und häufig am Morgen und am späten Abend zu beobachten sei. LEE (2012) erfasste eine mittlere Gefiederpflegeaktivität von 9,4 bzw. 7,9 % (LSL bzw. LB) während der Hellphase. In der Dunkelphase dagegen lag diesbezüglich eine gesteigerte Aktivität vor, die rund 10 % der Hennen jeder Legelinie betraf und wahrscheinlich durch eine Beunruhigung mit Milben verursacht wurde. In der vorliegenden Studie stellte die Körperpflege die während der Dunkelphase anteilmäßig unter allen beobachteten Verhaltensweisen am häufigsten ausgeübte dar. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass dies auf den Milbenbefall zurückzuführen ist.

### **5.5.2. Ergebnisse des Continuous Recordings: Staubbadeverhalten**

In der Natur üben Hennen durchschnittlich nur an jedem zweiten Tag ein Staubbad mit einer Dauer von 20 min (FÖLSCH, 1981; VESTERGAARD, 1982) bzw. 27 min (PETERMANN, 2006) aus. VAN LIERE et al. (1990) zählten bei ebenfalls 20-minütiger Dauer 0,8 Staubbäder pro Tag. Im Vergleich dazu zeigten in der vorliegenden Studie sowohl die LSL- als auch die LB-Hennen mit einer mittleren Dauer von 03:31 min bzw. 05:08 min deutlich verkürzte Staubbäder. Diese Werte wurden durch die Auswertung von 1027 Staubbädern bei den LSL- und 1119 Staubbädern bei den LB-Hennen ermittelt. SEWERIN (2002), PLATZ et al. (2009) und TELLE (2011) stellten fest, dass die Staubbadedauer in ausgestalteten Käfigen oder Kleingruppenhaltung stets erheblich kürzer ausfällt als in alternativen Haltungssystemen, wie z. B. Freiland- oder Volierenhaltung, wobei die Differenz zwischen den Haltungsarten in den Studien der beiden zuerst genannten Autoren jeweils ca. 11 min betrug. Die durchschnittliche Staubbadedauer liegt in Kleingruppenhaltung nach TELLE (2011) bei etwas über drei Minuten und in ausgestalteten Käfigen laut SEWERIN (2002) bei 08:39 min. PLATZ et al. (2009) geben im Mittel 04:46 min an und LEE (2012) 05:02 bzw. 05:52 min (LSL bzw. LB). Damit entsprechen die Ergebnisse der vorliegenden Studie in etwa den in der Literatur angegebenen Werten für Hennen in ausgestalteten Käfigen.

Sowohl bei LEE (2012) als auch in der vorliegenden Untersuchung konnte eine deutliche Abnahme der Staubbadedauer mit fortschreitender Tageszeit beobachtet werden, aber auch eine Zunahme im zeitlichen Verlauf der Legeperiode. Darüber, ob das Alter einen Einfluss auf die Staubbadedauer hat, kann an dieser Stelle nur spekuliert werden.

Die Staubbadefrequenz belief sich auf 3,7 bzw. 3,9 Staubbadeaktionen (LSL bzw. LB) pro Abteil in der jeweils ersten Stunde nach Einstreugabe. Zu beachten ist hierbei, dass sich die Angabe auf die Anzahl der beobachteten Staubbäder pro Abteil bezieht, in welchem sich jeweils vier Hennen aufhalten. D. h. die ermittelten Angaben erlauben nur durch theoretische Berechnungen einen Rückschluss darauf, wie viele Staubbäder eine bestimmte Henne am Tag ausübte. Darüber hinaus variierte die tägliche Einstreuhäufigkeit im Laufe der Legeperiode von einem bis vier Mal täglich, wobei die Staubbadematten im Durchschnitt über die gesamte Legeperiode 2,3 Mal am Tag eingestreut wurden. Mit der oben genannten Staubbadefrequenz würde dies bedeuten, dass eine LSL-Henne täglich theoretisch rund 2,1 und eine LB-Henne 2,2 Staubbäder ausführte. Bei entsprechenden Berechnungen, bezogen auf zwei statt vier Hennen pro Abteil, ergab die Studie von LEE (2012) 2,6 bzw. 2,3 (LSL bzw. LB) Staubbäder pro Henne und Tag. Diese Ergebnisse liegen über den von VESTERGAARD (1982) bzw. SEWERIN (2002) genannten Frequenzen von 0,5 bzw. 0,8 Mal pro Tag. APPLEBY et al. (1993) fiel eine negative Proportionalität zwischen der Staubbadedauer und der Anzahl der Staubbadevorgänge auf. Nach den deskriptiven Auswertungen ließ sich auch in der vorliegenden Studie ein solcher Zusammenhang, insbesondere bei den LSL-Hennen, vermuten.

Ähnlich wie bei LEE (2012) nahm die Anzahl der Staubbadeaktionen in den Stunden nach Einstreugabe im Tagesverlauf ab, so dass die meisten Staubbadevorgänge nach dem Einstreuen der Matten um 11 und 13 Uhr stattfanden, jedoch kaum Staubbäder um 17 Uhr. Dies passt zu den Aussagen von VESTERGAARD (1982) und TELLE (2011), nach denen die Hauptstaubbadezeit mittags stattfindet. APPLEBY et al. (1993) und PEITZ und PEITZ (2009) nennen diesbezüglich den frühen Nachmittag.

Im Allgemeinen wird das Staubbadeverhalten u. a. durch die Beschaffenheit des Substrates und die Einstreuhöhe, die in der vorliegenden Studie sehr gering war, beeinflusst (MOESTA, 2007). Herkömmliches Legemehl, wie es hier eingesetzt wurde, stellt kein geeignetes Staubbadesubstrat dar, obwohl die Nutzung als solches in der Kleingruppenhaltung durchaus gängig ist (SCHOLZ et al., 2010).

Dass die Ergebnisse bezüglich des Staubbadeverhaltens innerhalb desselben Haltungssystems von Abteil zu Abteil stark variieren, wie es in dieser Studie der Fall war, beschreibt auch TELLE (2011).

Nach Aussage von FÖLSCH (1981) kommt es im Verlauf eines Staubbades oft zu Unterbrechungen, ehe es ganz abgeschlossen wird. TELLE (2011) beobachtete bei LSL-Hennen bei 5,8 % aller Staubbäder eine Unterbrechung.

LEE (2012) stellte in 9,3 bzw. 12,6 % der Fälle (LSL bzw. LB) fest, dass ein Staubbad mit Unterbrechungen einherging. Bei beiden Legelinien kamen dabei rund die Hälfte der Unterbrechungen durch ein kurzes Aufstehen der staubbadenden Henne ohne Verlassen der Matte zustande, außerdem wurden viele Unterbrechungen beobachtet, die entstanden, indem eine Henne aus dem Futtertrog fraß. Dies wirft die Frage auf, ob es evtl. ungünstig ist, die Matten in unmittelbarer Nähe der Futtertröge, wie es hier gegeben war, zu platzieren. Lediglich in 3,7 bzw. 12,5 % (LSL bzw. LB) der Staubbäder waren Unterbrechungen auf Störungen durch die Artgenossen zurückzuführen, wobei sich die LB-Hennen meist gegenseitig verdrängten. In der vorliegenden Studie kam es dagegen bei 215 (19,7 %) bzw. 133 (10,8 %) aller Staubbadevorgänge zu Unterbrechungen (LSL bzw. LB). Die häufigste Ursache dafür stellte das Bepicken des staubbadenden Tieres dar (95,4 % aller Unterbrechungen bei den LSL-Hennen, 63,9 % bei den LB-Hennen). Bei den LB-Hennen entstanden zudem 18,8 % der Unterbrechungen durch Verdrängung. Bei der Interpretation dieser Werte bzw. dem Vergleich mit der Studie von LEE (2012) ist zu beachten, dass unterschiedliche Definitionen angewandt wurden. So wurde in der vorliegenden Studie z. B. das Erheben einer staubbadenden Henne von der Matte mit anschließendem Fressen aus dem Trog nicht als Unterbrechung, sondern als reguläre Beendigung des Staubbades gewertet. Damit liegen die Unterbrechungsraten in dieser Untersuchung weit über den von TELLE (2011) ausgesagten Prozentwerten. Gleiches gilt gegenüber den Werten von LEE (2012), wobei dies evtl. an der in der vorliegenden Studie erhöhten Besatzdichte liegt, durch die ein verstärktes Auftreten an Federpicken begünstigt wird (BURCKHARDT et al., 1979; BILCIK und KEELING, 2000; HOY et al., 2006). Laut MARTIN (2005) sind es oft die staubbadenden Hennen, die dabei gepickt werden.

Im Gegensatz zu LEE (2012), die in den meisten Fällen nur eine einzige Unterbrechung und maximal – dies jedoch stark vereinzelt – drei Unterbrechungen pro Staubbadevorgang verzeichnete, wurden in dieser Studie im Höchstfall bis zu elf Unterbrechungen in einem Staubbad bei den LSL- und bis zu vier Unterbrechungen bei den LB-Hennen beobachtet. Der Durchschnitt lag jedoch bei 2,0 bzw. 1,4 (LSL bzw. LB) Unterbrechungen pro Staubbadeaktion.

Ähnlich wie bei den Staubadeunterbrechungen verhielt es sich ursächlich im Hinblick auf vorzeitige Staubbadebeendigungen. Auch hier entstand ein Großteil der vorzeitigen Beendigungen durch ein Wegpicken der staubbadenden Henne (66,9 % bei den LSL-, 25,7 % bei den LB-Hennen). Darüber hinaus kam es oft zu



einem Verdrängen der Henne auf der Staubbadematte. Dies spielte v. a. bei den LB-Hennen in nahezu der Hälfte aller vorzeitig abgebrochenen Staubbäder eine bedeutende Rolle. Ein nicht unerheblicher Anteil ging außerdem auf indirekte Störungen zurück, bei denen die Artgenossen ohne direkten Körperkontakt Einfluss auf die staubbadenden Hennen hatten. Laut KRUIJT (1964) kann schon die bloße Anwesenheit einer ranghöheren Henne genügen, damit eine rangniederere Henne ausweicht. SEWERIN (2002) vermutet, dass auf dieser Basis möglicherweise viele Vertreibungen staubbadender Hennen stattfinden, die per Videoaufzeichnung jedoch nur schwer zu erfassen sind.

Nach Angaben von PLATZ et al. (2009) gehen viele vorzeitige Staubbadebeendigung auf Störungen von Artgenossen zurück. TELLE (2011) bestätigt dies und nennt dabei Verdrängen und Bepicken als konkrete Ursache. Nach ihrer Aussage treten andersartige Störungen nur in Einzelfällen auf. LEE (2012) nannte als häufigste Ursache für eine störungsbedingte Staubbadebeendigung ebenfalls eine Intervention durch die Artgenossen, wobei es sich in nahezu allen Fällen um eine Verdrängung und nur vereinzelt um ein Wegpicken handelte. Als zweithäufigsten Grund für eine vorzeitige Staubbadebeendigung nannte LEE (2012) das selbstverschuldete „Rutschen von der Matte auf das Gitter“, zu dem es in 32,0 bzw. 20,0 % der Fälle kam (LSL bzw. LB). Dies trat auch in der vorliegenden Untersuchung auf, jedoch nur in 1,4 bzw. 3,8 % der Fälle. Laut Definition in der vorliegenden Studie musste eine Henne komplett von der Matte rutschen und innerhalb von einer Minute nicht dorthin zurück gelangen, damit ein Staubbad als vorzeitig beendet galt. Dass sich eine Henne während des Staubbades zeitweise mit mindestens der Hälfte des Körpers auf dem Gitter statt auf der Matte befand, wurde dagegen recht häufig, nämlich in 14,8 bzw. 18,4 % (LSL bzw. LB) aller Staubbadevorgänge, beobachtet.

In der vorliegenden Studie wurden durchschnittlich 571 Staubbäder von LSL-Hennen (55,6 %) und 522 Staubbäder von LB-Hennen (46,6 %) vorzeitig abgebrochen. Dieser Anteil ist angesichts der sonst in der Literatur genannten Werte sehr hoch. So gab TELLE (2011) einen Anteil von rund 30,0 % für Hennen in Kleingruppenhaltung an, während LEE (2012) bei 36,2 bzw. 14,3 % aller ausgewerteten Staubbadevorgänge eine vorzeitige Beendigung verzeichnete. Vermutlich gehen auch diese Unterschiede auf die doppelt so hohe Besatzdichte im Vergleich zu der Studie von LEE (2012) zurück, durch die es vermehrt zu sozialen Konflikten kam.

Laut SEWERIN (2002) nimmt auch die Form und Größe des Einstreubereichs Einfluss auf das Staubbadeverhalten, wobei sich aufgeteilte, an verschiedenen Bereichen des Käfigs lokalisierte Einstreubereiche insofern günstig auswirken, dass sie auch von rangniederen Tieren genutzt werden können (SHIMMURA et al., 2008). TELLE (2011) hält dagegen eine große, zusammenhängende Staubbadematte für sinnvoller und attraktiver für die Hennen, nachdem sie festgestellt hatte, dass Hennen, in deren Abteil vier kleine Staubbadematten (35 x 55 cm, d. h. 1925 cm<sup>2</sup> pro Matte) zur Verfügung standen, deutlich weniger und kürzeres Staubbadeverhalten zeigten, als Hennen, deren Abteil mit einer einzigen größeren Matte ausgestattet war. Laut TierSchNutzV (2006) ist für jeweils zehn Legehennen in Kleingruppenhaltung eine Einstreufläche von mindestens 900 cm<sup>2</sup> vorgeschrieben. In vorliegender Studie verfügten alle Abteile über zwei jeweils 25 x 37 cm (925 cm<sup>2</sup>) große Matten. Unter Berücksichtigung dessen, dass ein großer Anteil der hier ausgewerteten Staubbäder unterbrochen oder vorzeitig beendet worden war sowie der Tatsache, dass die Hennen in rund einem Sechstel aller Staubbadevorgänge zumindest zeitweise mit mehr als der Hälfte des Körpers von der Matte abgekommen waren, scheinen die vorliegenden Matten deutlich zu klein gewesen zu sein. Setzt man nun diese Resultate in Bezug zu den Vorgaben der TierSchNutzV (2006), nach denen sich theoretisch zehn Hennen weniger als die Hälfte der Einstreufläche, die in der vorliegenden Studie von vier Hennen genutzt werden konnte, teilen müssen, so scheint dies unzureichend zu sein.

Als Zeichen für ein vollständig ausgeführtes Staubbad gilt das axiale Körperschütteln (VAN ROOIJEN, 2005; LEE, 2012), welches kurz nach jeder regulären Beendigung eines Staubbadevorgangs auftritt (FÖLSCH, 1981; ENGELMANN, 1984). Wird ein Staubbad nicht vollständig ausgeführt, zeigen die Hennen also kein abschließendes Körperschütteln. Nach ALBENTOSA und COOPER (2004) kommt es jedoch auch bei Platzmangel aufgrund zu kleiner Käfige oder zu hoher Besatzdichten nicht dazu. In der vorliegenden Studie wurde ein axiales Körperschütteln im Anschluss an 11,6 bzw. 9,0 % (LSL bzw. LB) der Staubbadevorgänge beobachtet, d. h. bei den LSL-Hennen 117 Mal und bei den LB-Hennen 101 Mal. Dazu wurde jede Henne nach dem Einstellen der Staubbadeaktivität und dem Verlassen der Staubbadematte sieben Minuten lang daraufhin kontrolliert, ob sie dieses Körperschütteln zeigte oder nicht. Laut VESTERGAARD (1982) erfolgt das Körperschütteln wenige Sekunden, nachdem sich eine Henne vom Staubbad erhebt. LEE (2012) observierte die Hennen nur drei Minuten nach dem Verlassen der Matte und ermittelte damit Zahlen, die weit

unter den Ergebnissen der vorliegenden Studie lagen. Demnach zeigten bei ihr nur 3,3 % der LSL- und 3,5 % der LB-Hennen ein Abschlussschütteln nach dem Staubbad. Körperschütteln tritt jedoch nicht nur im Anschluss an das Staubbad, sondern auch im Zusammenhang mit anderem Verhalten auf, so laut FÖLSCH (1981) auch häufig direkt nach der Gefiederpflege. Somit kann es nicht als gesichert angesehen werden, dass alle Beobachtungen eines axialen Körperschüttelns innerhalb von sieben Minuten nach der Beendigung des Staubbadens auch wirklich auf den Staubbadevorgang zurückzuführen sind und nicht etwa von der Gefiederpflege herrühren. Unter Umständen könnte dies bedeuten, dass sich die Hennen noch seltener im Anschluss an ein Staubbad schüttelten, d. h. seltener ein Staubbad vollständig ausführten. Nach VAN ROOIJEN (2005) deutet das Unterlassen des Schüttelns darauf hin, dass das Einstreusubstrat mangelhaft ins Gefieder gelangt ist. Daran könnte sowohl die Menge als auch die Beschaffenheit des angebotenen Substrats beteiligt sein. Möglicherweise ist das Bedürfnis, sich zu schütteln, weniger stark ausgeprägt, wenn weniger Substrat zwischen den Federn verteilt ist und die Hennen schütteln sich dadurch erst verzögert und nicht sofort nach Beendigung des Staubbades. DE JONG et al. (2006) konnten in ausgestalteten Käfigen keinen einzigen vollständig bis zum Ende ausgeführten Staubbadevorgang beobachten, wohingegen in Bodenhaltung 45,0 % der Staubbäder komplett ausgeführt wurden. Ähnliches beobachteten PLATZ et al. (2009): Vollständige Staubbadevorgänge in Volierenhaltung, unvollständige bei Hennen in ausgestalteten Käfigen. Zu beachten ist, dass dabei unterschiedliche Einstreusubstrate im Einsatz waren, wobei in der Voliere Strohpellets und in den Käfigen Futter als Einstreu auf Astroturfmatte genutzt wurde. Dies könnte auch als Zeichen dafür gewertet werden, dass Futter als Einstreusubstrat ungeeignet ist, da es sich nicht adäquat im Gefieder der staubbadenden Hennen verteilt. SEWERIN (2002) stellte in Auslaufhaltung in 95 % der Fälle komplette Staubbadevorgänge fest, während dies in Käfighaltung nur auf die Hälfte der Staubbäder zutraf. Dies legt die Vermutung nahe, dass Hennen in ausgestalteten Käfigen unzureichende Möglichkeiten haben, das Staubbadeverhalten uneingeschränkt und vollständig mit allen dazugehörigen Sequenzen auszuüben. Dabei ist zu bedenken, von welcher Wichtigkeit das Komfortverhalten, zu dem das Staubbadeverhalten gehört, für das Wohlbefinden der Hennen laut BUCHHOLZ (2005) ist.

### 5.6. Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie zeigt, dass mit der Haltung von Legehennen in Käfigsystemen gute Leistungen erzielt werden können, wohingegen bei den Möglichkeiten der Ausübung art eigener Verhaltensweisen deutliche Defizite vorliegen. Die Haltung in Käfigsystemen auf Gitterboden mit den derzeit angebotenen Astroturf-Matten als Staubbadebereich bringt insbesondere bezüglich des Staubbadeverhaltens bedeutende Einschränkungen mit sich. Dabei stellt das Staubbadeverhalten einen essentiellen Bestandteil des Komfortverhaltens dar und ist somit wesentlich für das Wohlbefinden der Hennen.

Ein Hauptproblem scheint dabei die Größe der Einstreubereiche zu sein. Obwohl in dieser Studie die Fläche einer Staubbadematte (925 cm<sup>2</sup>) exakt den gesetzlichen Vorgaben laut TierSchNutzV (2006) für je zehn Legehennen (mind. 900 cm<sup>2</sup>) entsprach und im vorliegenden Fall sogar zwei solcher Matten für nur vier Hennen zur Verfügung standen, waren die Staubbadematten in ihrer Größe als absolut unzureichend anzusehen, um den Hennen ein ungestörtes oder gleichzeitiges Staubbaden zu ermöglichen.

Der Anteil unterbrochener oder vorzeitig beendeter Staubbäder zeigte keine Korrelation mit der täglichen Einstreuhäufigkeit und ging auch bei häufigeren Einstreugaben nicht zurück. Anhand dieser Ergebnisse scheint eine vier Mal tägliche Einstreugabe keine Vorteile mit sich zu bringen. Eine Einstreugabe zwei Mal täglich kann empfohlen werden. Dabei sollte das Einstreuen am (Vor-) Mittag, also während der Hauptstaubbadezeit erfolgen, da sich die Hennen durch spätere Einstreugaben nur mäßig zum Staubbad stimulieren lassen. In dieser Studie haben sich die Einstreuzeiten um 11:00 und um 13:00 Uhr bewährt, d. h. etwa in der Mitte der Hellphase.

Die in der vorliegenden Studie erhobenen Daten belegen, dass das Futter, das den Legehennen als Einstreusubstrat auf den Matten angeboten wird, in wirtschaftlichem Sinne nicht als gänzlich verloren anzusehen ist, sondern zumindest teilweise von den Hennen gefressen wird. Aus Gesichtspunkten des Staubbadeverhaltens betrachtet, ist es jedoch fraglich, ob herkömmliches Legemehl ein adäquates Substrat für den Einstreubereich darstellt.

Es ist anzunehmen, dass der zunehmend schlechte Gefiederstatus bei beiden Legelinien durch das Haltungssystem an sich bedingt ist. Dadurch kommt es zum einen zu einer mechanischen Abnutzung und zum anderen verstärkt zu sozialen

Konflikten zwischen den Hennen, welche in einer schlechten Befiederung sowie Verletzungen resultieren.

Im Hinblick auf den wesentlich schlechteren Gefiederzustand und die deutlich höhere Zahl der Verletzungen bei den LSL- gegenüber den LB-Hennen, sowie das Auftreten von Kannibalismus, aber auch auf das Staubbadeverhalten, das bei den LSL-Hennen mit mehr Unterbrechungen und vorzeitigen Beendigungen einherging als bei den LB-Hennen, ist zu diskutieren, ob die LB-Hennen für die Haltung in Käfigsystemen nicht generell besser geeignet sind als die LSL-Hennen.

## 6. Zusammenfassung

### **Vergleich von Leistung, Gesundheit und Verhalten zwischen den Legelinien Lohmann Selected Leghorn-Classico (LSL) und Lohmann Brown-Classico (LB) bei einem Ressourcenangebot von 2:1 in einem Käfigsystem**

Aufbauend auf die Studienergebnisse von LEE (2012) war es Ziel der vorliegenden Studie, zwei verschiedene Legelinien in einem Käfigsystem unter Berücksichtigung der Besatzdichte und einem Ressourcenangebot von 2:1, hinsichtlich Leistungs-, Gesundheits- sowie Verhaltensparameter miteinander zu vergleichen. Dazu wurden je 20 Hennen der Linie Lohmann Selected Leghorn und der Linie Lohmann Brown im Alter von 18 Wochen am Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München eingestallt. Je vier Hennen einer Linie wurden in einem mit zwei Sitzstangen, zwei Nestern, zwei Futtertrögen, zwei Tränken sowie zwei Astroturf-Matten ausgestatteten Käfigsystem der Firma E. Becker & Co. GmbH, Castrop-Rauxel, untergebracht.

Alle eibezogenen Parameter wie Legeleistung, Eigewicht, Anteil an verlegten Eiern, Schmutzeiern, Knick- und Brucheiern sowie Windeiern, Eibruchfestigkeit und Schalendicke unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Legelinien. Abgesehen von der relativ hohen Verlegerate (LSL: 32,4 %, LB: 53,8 %) waren die Leistungsparameter der Hennen als mindestens durchschnittlich zu bezeichnen.

Einmal monatlich wurde zur Erfassung des körperlichen Zustands der Hennen eine Exterieurbeurteilung (Bonitur) durchgeführt, wobei das Scoring-System von LAYWEL (2006) zum Einsatz kam. Die LSL-Hennen wiesen eine deutliche schlechtere Durchschnittsnote für den Gefiederzustand von 2,7 auf als die LB-Hennen mit 3,3 (Note 1: sehr schlecht, Note 4: sehr gut). An den Regionen Hals ( $p < 0,05$ ), Rücken ( $p < 0,001$ ), Brust ( $p < 0,001$ ), Bauch ( $p < 0,001$ ) und Schwanz ( $p < 0,001$ ) unterschied sich der Befiederungsgrad signifikant zwischen den Legelinien, jedoch nicht an den Flügeln ( $p = 0,212$ ). Bei beiden Legelinien kam es im Verlauf der Legeperiode zu einer signifikanten ( $p < 0,001$ ) Verschlechterung der Befiederung. Verletzungen an den Kämme bzw. an anderen Körperregionen traten bei den LSL-Hennen (79,6 % bzw. 30,0 %) signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger auf als bei den LB-Hennen (44,4 % bzw. 2,5 %). Darüber hinaus wurden außerhalb der Bonituruntersuchungen bei den LSL-

Hennen in insgesamt elf Fällen durch Kannibalismus verursachte, schwere Verletzungen festgestellt.

Die Durchschnittsnote des Brustbeins betrug über die Legeperiode hinweg 3,5 (LSL) bzw. 3,4 (LB) (Note 2: hochgradig deformiert, Note 4: physiologisch) und unterschied sich damit nicht signifikant zwischen den Legelinien ( $p = 0,179$ ). Im zeitlichen Verlauf trat bei beiden Legelinien eine signifikante Verschlechterung ein ( $p < 0,001$ ).

Ebenfalls einmal monatlich wurden alle Legehennen einer Blutentnahme unterzogen und es wurden Dotterproben gewonnen. Der mittlere Hämatokrit der LSL-Hennen war mit 30,7 % signifikant ( $p = 0,001$ ) höher als der der LB-Hennen mit 28,8 %. Der durchschnittliche Hämoglobingehalt lag mit 7,1 mmol/l bei den LSL-Hennen ebenfalls signifikant ( $p < 0,001$ ) über dem Wert der LB-Hennen, der 6,5 mmol/l betrug. Die Unterschiede bezüglich des Calcium- ( $p = 0,097$ ) und Phosphorgehalts ( $p = 0,076$ ) sowie der Ig Y-Konzentration im Serum ( $p = 0,191$ ) und im Eidotter ( $p = 0,733$ ) waren als nicht signifikant zwischen den Legelinien zu bezeichnen.

Von den post-mortal durchgeführten Untersuchungen erwiesen sich nur das Lebergewicht (LSL: 34,3 g, LB: 30,4 g) ( $p < 0,05$ ) und die Bruchfestigkeit des *Humerus* (LSL: 148,0 bzw. 154,1 N, LB: 185,9 bzw. 192,8 N, Muc-Prüfvorschrift bzw. Prüfvorschrift nach Holz DIN 52186) als signifikant ( $p < 0,001$ ), während es hinsichtlich der Bruchfestigkeit der *Tibia* ( $p = 0,415$  bei der Muc-Prüfvorschrift und  $p = 0,837$  bei der Holz-Vorschrift) und des Vorkommens von Fettlebern ( $p = 0,928$ ) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Legelinien gab.

Die Verhaltensparameter wurden anhand von digitalen Videoaufzeichnungen mit der Scan Sampling Methode analysiert. Die dabei erhobenen Daten zeigten keine signifikanten Differenzen zwischen den Legelinien bezüglich der Aufenthaltsverteilung zwischen Gitter, Sitzstangen und Nestern ( $p = 0,389$ ,  $p = 0,223$ ,  $p = 0,107$ ). Lediglich der Aufenthalt auf den Matten variierte signifikant ( $p < 0,001$ ). Hier hielten sich in der Hellphase 24,7 bzw. 30,1 % (LSL bzw. LB) und in der Dunkelphase 8,8 bzw. 22,0 % der Hennen auf. Auch was die Ausübung des Nahrungsaufnahmeverhaltens, der Körperpflege oder des Staubbadens anging, stellten sich keine signifikanten Differenzen heraus ( $p = 0,201$ ,  $p = 0,051$ ,  $p = 0,085$ ).

Im Continuous Recording des Staubbadeverhaltens, das jeweils für 60 Minuten nach Einstreugabe durchgeführt wurde, zeigten sich bei insgesamt 2330 ausgewerteten Staubbädern keine signifikanten Differenzen zwischen den Legelinien bezüglich Staubbadedauer und -anzahl ( $p = 0,098$  und  $p = 0,689$ ).

Ein großer Anteil der Staubbäder ging mit Unterbrechungen einher (LSL: 19,7 %, LB: 10,8 %) oder wurde vorzeitig abgebrochen (LSL: 55,6 %, LB: 46,6 %), wobei nahezu immer eine Intervention durch die Artgenossen der Grund dafür war. Es konnten selten vollständige Staubbäder beobachtet werden, die mit einem axialen Körperschütteln abgeschlossen wurden (LSL: 11,6 %, LB: 9,0 %). Bei keinem dieser Parameter bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Legelinien ( $p = 0,072$ ;  $p = 0,471$ ;  $p = 0,415$ ). Viele staubbadende Hennen befanden sich zumindest zeitweise mit mehr als der Hälfte ihres Körpers auf dem Gitterboden statt auf einer Staubbadematte (LSL: 14,8 %, LB: 18,4 %).

Jede Staubbadematte wurde im sieben-wöchigem Wechsel ein bis vier Mal täglich mit je 50 g Futter bestreut. Der durchschnittliche Futterverbrauch aus den Trögen unterschied sich nicht signifikant zwischen den Legelinien ( $p = 0,912$ ), sank allerdings bei beiden Linien signifikant ( $p < 0,001$ ) bei häufigeren Einstreugaben und einer damit größeren Menge eingestreuten Futters pro Tag. Dies spiegelte sich auch in den Verhaltensanalysen wider, bei denen beobachtet wurde, dass die Hennen bei häufigeren Einstreugaben weniger aus den Trögen und mehr von den Matten fraßen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen deutlich, dass die Haltung von Legehennen in Käfigsystemen bei Erzielung guter Leistungen, Vorliegen eines mittelmäßigen Gefiederzustands und starken Einschränkungen bezüglich der Ausübung art eigener Verhaltensweisen nur einen mangelhaften Kompromiss zwischen der von den Haltern gewünschten Wirtschaftlichkeit und den Bedürfnissen der Legehennen darstellt.



## 7. Summary

### **Comparative analysis of performance, health and behaviour between the two layer strains Lohmann Selected Leghorn-Classic (LSL) and Lohmann Brown-Classic (LB) with a resource offering 2:1 in a cage housing system**

Building up on the study results of LEE (2012) the aim of present study was to compare aspects of performance, health and behaviour between two different layer strains considering density of animals and a resource offering 2:1. Therefore 20 laying hens of each hybrid strain Lohmann Selected Leghorn (LSL) and Lohmann Brown (LB) were kept in cage systems at the Department of Veterinary Sciences of the Chair of Animal Welfare, Ethology, Animal Hygiene and Animal Husbandry of the Ludwig-Maximilians-University Munich (LMU). Always four laying hens were housed in a furnished cage of the company E. Becker & Co. GmbH, Castrop-Rauxel, Germany, which provided two perches, two nests, two Astroturf mats for dust bathing, two feeding troughs and two drinking troughs.

All parameters concerning the eggs, like laying performance, egg weight, percentage of mislaid eggs, soiled eggs, cracked and broken eggs, wind eggs as well as shell breaking strength and thickness did not differ significantly between the two laying strains. Both laying strains showed parameters concerning performance which were at least on average, except for the relative high amount of mislaid eggs (LSL: 32.4 %, LB: 53.8 %).

Once a month all of the laying hens were examined to evaluate the exterior. Therefore a scoring-system of LAYWEL (2006) was used. The plumage condition of the LSL hens with an average score of 2.7 was considerably worse than that of the LB hens with a score of 3.3 (1: worst, 4: best). At the body locations neck ( $p < 0.05$ ), back ( $p < 0.001$ ), breast ( $p < 0.001$ ), stomach ( $p < 0.001$ ) and tail ( $p < 0.001$ ) significant differences in feathering occurred between LSL and LB hens, but not concerning the wings ( $p = 0.212$ ). The plumage condition of both layer strains worsened over the course of time, whereas the changes showed significance ( $p < 0.001$ ). LSL hens showed significantly ( $p < 0.001$ ) more injuries of the comb or of other body locations (79.6 % or 30.0 %) than the LB hens (44.4 % or 2.5 %). Furthermore a total of eleven cases of severe injuries, caused by cannibalism, occurred, concerning only LSL hens.

The score of the keel bone status was on average 3.5 for the LSL hens and 3.4 for the LB hens regarding the whole laying period (2: high grade deviation, 4:

## 7. Summary

---

physiological), so the difference was not significant between the two examined layer strains ( $p = 0.179$ ). The keel bone status got significantly ( $p < 0.001$ ) worse in both layer strains over the course of time.

Moreover also once a month blood and egg yolk samples were collected to assess also physical parameters. The average haematocrit value of the LSL hens (30.7 %) was significantly higher than that of the LB hens (28.8 %), the same applies for the mean haemoglobin concentration (7.1 mmol/l vs. 6.5 mmol/l). The differences concerning calcium ( $p = 0.097$ ), phosphorus ( $p = 0.076$ ) and Ig Y concentration in serum ( $p = 0.191$ ) and yolk ( $p = 0.733$ ) showed no significance between the layer strains.

Of the post-mortem examinations only liver weight (LSL: 34.30 g, LB: 30.42 g) ( $p < 0.05$ ) and breaking strength of the *humerus* (LSL: 151.1 N, LB: 189.4 N) differ significantly between the two laying strains ( $p < 0.001$ ). Regarding breaking strength of the *tibia* ( $p = 0.415$  with Munich breaking method and  $p = 0.837$  with wood DIN 52186 method) and liver-fat content ( $p = 0.928$ ) there were no significant differences.

Behavioural observation was based on the analysis of digital video recordings and analysed with the Scan Sampling method. Between LSL and LB hens only the stay on the dust bathing mats differed significantly (LSL: 16.8 %, LB: 26.1 %,  $p < 0.001$ ), while the stay on wire floor ( $p = 0.389$ ) and use of perches ( $p = 0.223$ ) or nests ( $p = 0.107$ ) did not. Differences in foraging, preening and dust bathing were not significant between the two strains ( $p = 0.201$ ,  $p = 0.051$ ,  $p = 0.085$ ).

Moreover dust bathing was analysed by Continuous Recording, whereas hens were observed for 60 minutes without interruption after filling litter on dust bathing pads. All together there were 2330 dust baths examined, but significant variations in regard to the duration and the number of dust baths were not assessed between LSL and LB hens ( $p = 0.098$  and  $p = 0.689$ ).

A large part of the dust baths was interrupted (LSL: 19.7 %, LB: 10.8 %) or finished prematurely (LSL: 55.6 %, LB: 46.6 %), mostly because of an intervention by another hen. Only in a few cases complete dust baths could be observed, which were finished with an axial body shaking (LSL: 11.6 %, LB: 9.0 %). All these parameters did not result in a significant difference ( $p = 0.072$ ;  $p = 0.471$ ;  $p = 0.415$ ). Many of the laying hens were localised at least temporarily with more than the half of their body on the wire floor instead of the mat during dust bathing (LSL: 14.8 %, LB: 18.4 %).

With seven week's rotation once or four times a day food was filled on the dust bathing mats (every time 50 g per mat). The average food consumption out of the

## 7. Summary

---

troughs didn't differ significantly between the laying strains ( $p = 0.912$ ), but decreased in both strains significant in cases of increased frequency of litter filling on dust bathing mats ( $p < 0.001$ ). Behaviour analysis showed this also. A higher amount of lying hens was pecking on the dust bathing mats and less laying hens ate out of the troughs with increasing frequency of litter filling on the mats.

This study shows that housing laying hens in cage systems results in a good performance, a moderate plumage condition but clearly restrictions in species-specific behaviour and consequently is only a deficiently compromise between economy and animal welfare

## **8. Eidesstattliche Versicherung/Declaration on oath**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

I hereby declare on oath, that I have written the present dissertation on my own and have not used other than the acknowledged resources and aids.

München, den \_\_\_\_\_ Unterschrift/Signature \_\_\_\_\_  
(Amrei Probst)

## 9. Literaturverzeichnis

**Achilles W (2002):** Schlussfolgerungen und Fazit. In: Achilles W, Fölsch DW, Freiberger M, Golze M, Haidn B, Hörning B, Hiller P, Janzen A, Klemm R, Leopold A, Najati M, Trei G, van den Weghe S (Hrsg), Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung. BMVEL-Modellvorhaben. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, KTBL-Schrift 399: 149-159.

**Albentosa MJ, Cooper JJ (2004):** Effects of cage height and stocking density on the frequency of comfort behaviours performed by laying hens housed in furnished cages. Anim. Welf. 13 (4): 419-424.

**Appleby MC, Smith SF, Huges BO (1993):** Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: Effects of design on behaviour and welfare. Br. Poult. Sci. 34 (5): 835-847.

**Bauer T, Fölsch D (2005):** Reproduktions- und Eiablageverhalten. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg). Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 62-97.

**Baumgart B (2005):** Tiergesundheit, Verhalten und Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Besatzdichte bei Legehennen in Volierenhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.

**Bazer D (2005):** Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.

**Benda I (2008):** Untersuchungen zu den Beziehungen von Federpicken, Exploration und Nahrungsaufnahme bei Legehennen. Stuttgart, Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung der Universität Hohenheim, Diss.

**Bessei W (1988):** Bäuerliche Hühnerhaltung: Junghennen. Legehennen, Mast. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart. ISBN: 3-8001-4510-3.

**Bessei W, Reiter K, Bley T, Zeep F (1999):** Measuring pecking of a bunch of feathers in individually housed hens: First results of genetic studies and feeding related reactions. Lohmann Information 22: 27-31.

**Bestman M, Wagenaar J-P (2006):** Junghennenaufzucht in den Niederlanden – Die Besatzdichte ist ein Risikofaktor für Federpicken. DGS-Magazin 22: 45-48.

**Bilčík B, Keeling LJ (2000):** Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. Appl. Anim. Behav. Sci. 68 (1): 55-66.

**Blokhuis HJ (1984):** Rest in poultry. Appl. Anim. Behav. Sci. 12: 298-303.

**Bosch M (2010):** Austernschalen – Für eine festere Schale. DGS-Magazin 9: 40-43.

- Breden L (1986):** Zur Frage der Nestgestaltung in Bodenhaltungssystemen für Legehennen. Institut für Kleintierzucht Celle und Tierärztl. Institut der Georg-August-Universität Göttingen, Diss.
- Buchholtz C (2005):** Ethologische Grundlagen zur Beurteilung von Leiden beim Tier. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg), Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 12-18.
- Burckhardt C, Fölsch DW (1977):** Serologische, hämatologische und andere labormässige Untersuchungswerte als Parameter für die Belastung unterschiedlich gehaltener Hennen. Tierhaltung Band 3. Birkhäuser Verlag Basel. ISBN 3-7643-0926-1.
- Burckhardt C, Fölsch DW, Scheifele U (1979):** Das Gefieder des Huhnes. Abbild des Tieres und seiner Haltung. Tierhaltung Band 9. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart. ISBN 3-7643-1137-1.
- Campo JL, Gil MG, Dávila SG (2007):** Differences among white-, tinted-, and brown-egg laying hens for incidence of eggs laid on the floor and for oviposition time. Arch. Geflügelkd. 71 (3): 105-109. ISSN 0003-9098.
- Chalghoumi R, Beckers Y, Portetelle D, Théwis A (2009):** Hen egg yolk antibodies (IgY), production and use for passive immunization against bacterial enteric infections in chicken: a review. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13 (2): 295-308.
- Clauss W, Clauss C (2007):** Tierphysiologie kompakt. 1. Auflage. Elsevier GmbH, München. ISBN: 978-3-8274-1661-2.
- Cordts C, Schmutz M, Preisinger R (2002):** New alternatives for improving egg shell stability through breeding. Lohmann Information 26: 1-4.
- Cooper JJ, Appleby MC (1996):** Individual variation in prelaying behaviour and the incidence of floor eggs. Br. Poult. Sci. 37 (2): 245-253.
- Damme K (1993):** Performance becomes efficient through the stomach: Laying hens must be fed according to their requirement. DGS-Magazin, 45 (46): 6-9. ISSN 0340-3858.
- Damme K (2008):** Betriebswirtschaftliche Aspekte der Eierzeugung. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg), Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Sonderheft 322: 224-239. ISSN 0376-0723.
- Deerberg F (2005):** Ausgewählte Erkrankungen beim Geflügel. In: Striezel A (Hrsg), Nutztiergesundheit – Ganzheitliche Prophylaxe und Therapie. Sonntag Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart: 206-217. ISBN: 3-8304-9072-0.
- Distl O, Siegmann O (2005):** Wirtschaftsgeflügel im engeren Sinn. In: Neumann U, Siegmann O (Hrsg), Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover: 6-9. ISBN 3-87706-744-1.

**Doll P, Scholtyssek S (1978):** Hühner. In: Scholtyssek S, Doll P (Hrsg), Nutz- und Ziergeflügel. Tierzuchtbücherei. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart: 250-341. ISBN 3-8001-4331-3.

**Duncan IJH (1998):** Behavior and Behavioral Needs. Poult. Sci. 77: 1766-1772.

**Duncan IJH, Widowski TM, Malleau AE, Lindberg AC, Petherick JC (1998):** External factors and causation of dustbathing in domestic hens. Behav. Process 43: 219–228.

**Elson HA, Croxall R (2006):** European study on the comparative welfare of laying hens in cage and non-cage systems. Arch. Geflügelkd. 70 (5): 194-198. ISSN 0003-9098.

**Engelmann C (1969):** Verhalten des Geflügels. In: Porzig E, Tembrock G, Engelmann C, Signoret JP, CZAKÓ J (Hrsg), Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztier. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin: 331-418.

**Engelmann C (1978):** Das Verhalten des Geflügels. In: Scholtyssek S, Doll P (Hrsg), Nutz- und Ziergeflügel. Tierzuchtbücherei. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart: 86-105. ISBN 3-8001-4331-3.

**Engelmann C (1984):** Geflügel. In: Bogner H, Grauvogel A (Hrsg), Verhalten landwirtschaftlicher Nutztier. Tierzuchtbücherei. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart. ISBN 3-8001-4345-3.

**Erben RG (2005):** Knochen und Calciumhomöostase. In Engelhardt W, Breves G (Hrsg), Physiologie der Haustiere. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 580-587. ISBN 3-8304-1039-5.

**Erhard MH, Von Quistorp I, Schraner I, Jüngling A, Kaspers B, Schmidt P, Kühlmann R (1992):** Development of specific enzyme-linked immunosorbent antibody systems for the detection of chicken immunoglobulins G, M, and A using monoclonal antibodies. Poult. Sci. 71: 302–310.

**Erhard MH, Özpınar H, Bilal T, Abbas I, Kutay C, Eseceli H, Stangassinger M (2000):** The humoral immune response and the productivity of laying hens kept on the ground or in cages. Altern Lab Anim 28: 699-705.

**Fischer V-S (2009):** Evaluierung von unterschiedlich gestalteten Kleingruppensystemen und einer Bodenhaltung für zwei Legelinien hinsichtlich Legeleistung, Eiqualität, Tiergesundheit, Körperentwicklung, Mortalität und Stressparametern. Hannover, TiHo, Diss.

**Fitz B (2007):** Vergleichende Untersuchungen zu Gesundheit, Leistung und Verhalten von Legehennen mit unterschiedlichen Einstreumaterialien in Volierenhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.

**Fleming RH (2006):** Towards the Genetic Improvement of Bone Quality in Laying Hens. Lohmann Information 41: 57-64

**Flock DK, Schmutz M, Preisinger R (2008):** Praxisorientierte Legehennenzüchtung. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg), Legehühnuzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Sonderheft 322: 70-92. ISSN 0376-0723.

**Fölsch DW (1981):** Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden. In: Fölsch DW, Verstergaard K (Hrsg), Das Verhalten von Hühnern. Tierhaltung Band 12: 9–114. Birkhäuser Verlag Basel. ISBN 3-7643-1240-8.

**Fröhlich EKF, Oester H (2003):** Vom Batteriekäfig zur Voliere – 20 Jahre Schweizer Erfahrung. 8. Tagung der Fachgruppe „Angewandte Ethologie“. Thema: Ethologie und Tierschutz. München, 03.-05. April 2003, Verlag der DVG Service GmbH, Gießen: 136-143.

**Fröhlich E, Oester H (2005):** From battery cages to aviaries: 20 years of Swiss experiences. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg), Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 176-183.

**Gassmann M, Lutz TA (2005):** Blut – Zelluläre Bestandteile. In Engelhardt W, Breves G (Hrsg), Physiologie der Haustiere. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 198-206. ISBN 3-8304-1039-5.

**Gerken M, Afnan R, Dörl J (2006):** Adaptive behaviour in chickens in relation to thermoregulation. Arch. Geflügelkd. 70 (5): 199-207. ISSN 0003-9098.

**Gerstberger R, Barth SW (2005):** Reproduktion beim Vogel. In Engelhardt W, Breves G (Hrsg), Physiologie der Haustiere. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 536-550. ISBN 3-8304-1039-5.

**Göbel T, Kaspers B (2005):** Immunabwehr und Blutgruppen. In Engelhardt W, Breves G (Hrsg), Physiologie der Haustiere. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 213-229. ISBN 3-8304-1039-5.

**Gozzoli, L (1986):** Die Haltung von Legehennen in der Auslauf-, Boden- und Gitterrosthaltung - eine vergleichende Beurteilung anhand von Untersuchungsdaten aus 33 Hühnerherden in Praxisbetrieben. Zürich, ETH, Diss.

**Grashorn M (2008):** Eiqualität. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg), Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Sonderheft 322: 18-33. ISSN 0376-0723.

**Günther K, Lenkeit W (1964):** Langfristige Untersuchungen über den Calcium-, Phosphor- und Magnesiumumsatz der Legehenne. Z Tierpsychol 19: 265–291.

**Guesdon V, Faure JM (2008):** A lack of dust-bathing substrate may not frustrate laying hens. Arch. Geflügelkd. 72 (6): 241-249. ISSN 0003-9098.

**Gylstorff I (1983):** Blut, Blutbildung und Blutkreislauf. In: Mehner A, Hartfiel W (Hrsg), Handbuch der Geflügelphysiologie, Teil I: 280-393. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN: 3-8055-3738-7.

**Gylstorff I, Grimm F (1998):** Vogelkrankheiten. 2., völlig überarb. Aufl. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. ISBN 3-8252-8027-6.

**Härtel H (1990):** Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. Br. Poult. Sci. 31 (3): 473-494.



- Halle I (2008):** Legehennenfütterung. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg.). Legehennenzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung, vTI. Sonderheft 322: 150-158. ISBN 978-3-86576-047-0.
- Harlander-Matauschek A (2009):** Verhalten von Legehennen – Federpicken bleibt rätselhaft. DGS-Magazin 23: 10-16.
- Hergt F (2007):** Vergleichende Untersuchung zum Verhalten von Legehennen in Klein- und Großvolierenhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.
- Hilbrich P (1978):** Krankheiten des Geflügels unter besonderer Berücksichtigung der Haltung und Fütterung. 3. Aufl. Verlag Hermann Kuhn GmbH & Co. KG, Villingen-Schwenningen.
- Hogan JA, Van Boxel F (1993):** Causal factors controlling dustbathing in Burmese Red Junglefowl: some results and a model. Anim. Behav. 46 (4): 627–635.
- Hoy S, Gauly M, Krieter J (2006):** Nutztierhaltung und -hygiene. Eugen Umer KG, Stuttgart. ISBN: 978-3-8252-2801-9.
- Huber-Eicher B, Sebö F (2001):** Reducing feather pecking when raising laying hen chicks in aviary systems. Appl. Anim. Behav. Sci. 73 (1): 59-68.
- Huber-Eicher B, Wechsler B (1998):** The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. Anim. Behav. 55 (4): 861-873.
- Huges BO, Black AJ (1973):** The preference of domestic hens for different types of battery cage floor. Br. Poult. Sci. 14 (6): 615-619.
- Icken W, Thurner S, Wendl G, Preisinger R (2010):** Weihenstefaner Muldennest – Leistungsprüfung in Alternativsystemen. DGS-Magazin 9: 35-39.
- Kamphues J, Coenen M, Kienzle E, Pallauf J, Simon O, Zentek J (2004):** Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 10. überarb. Aufl. M. & H. Schaper GmbH & Co. KG, Alfeld (Leine). ISBN 3-7944-0205-7.
- Keppler C (2008):** Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkupierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltung mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase. Universität Kassel, Diss.
- Kjaer JB (2000):** Diurnal rhythm of feather pecking behaviour and condition of integument in four strains of loose housed laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 65: 331-347.
- Kjaer JB, Vestergaard KS (1999):** Development of feather pecking in relation to light intensity. Appl. Anim. Behav. Sci. 62 (2): 243-254.
- Klein T, Zeltner E, Huber-Eicher B (2000):** Are genetic differences in foraging behaviour of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? Appl. Anim. Behav. Sci. 70 (2): 143-155.
- Knowles TG, Broom DM, Gregory NG, Wilkins LJ (1993):** Effect of bone strength on the frequency of broken bones in hens. Res. Vet. Sci. 54, 15-19.

**Kölling K, Hofmeier A, Merckenschlager M (1992a):** Das ionisierte Calcium im Blut des Haushuhnes: Abhängigkeit vom Legezyklus. J. Vet. Med. A 39: 115–120.

**Kölling K, Hofmeier A, Merckenschlager M (1992b):** Das ionisierte Calcium im Blut des Haushuhnes: Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. J. Vet. Med. A 39: 105-114.

**König HE, Reese S, Mülling C, Korbel R (2009):** Allgemeine Körperdecke (Integumentum commune). In: König HE, Korbel R, Liebich H-G (Hrsg.), Anatomie der Vögel – Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, 2. Auflage, Stuttgart: 263-276. ISBN: 978-3-7945-2578-2.

**Kolb E (1992a):** Störungen des Stoffwechsels der Kohlenhydrate und der Fettstoffe. In: Heider G, Monreal G (Hrsg), Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Bd. II, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart: 675-683.

**Kolb E (1992b):** Störungen infolge eines Mangels bzw. eines Überschusses an Mineralstoffen. In: Heider G, Monreal G (Hrsg.): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Band II, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart: 539-548.

**Kruijt JP (1964):** Ontogeny of Social Behaviour in Burmese Red Junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*). E. J. Brill, Leiden, Netherlands.

**Kruschwitz A (2008):** Evaluation des Legeverhaltens bei Legehennen und Untersuchungen zur Nestwahl unter Berücksichtigung der Motivation für den Nestzugang zu arbeiten. Leipzig, Veterinärmed. Fak., Diss.

**Lay DC Jr., Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Kjaer JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RC, Nicol CJ, O'Sullivan NP, Porter RE (2011):** Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium - Hen welfare in different housing systems. Poult. Sci. 90 (1): 278-294.

**Le Bris M (2005):** Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie zur Gesundheit und Leistung von Legehennen unterschiedlicher Linien (LSL, LB, LT) in Volierenhaltung. München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Lee H-W (2012):** Vergleich der Legelinien Lohmann Selected Leghorn-Classical und Lohmann Brown-Classical bezüglich Legeleistung, Gesundheit und Verhalten mit einem Ressourcenangebot von 1:1 in einem Käfigsystem. München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Leslie GA, Clem LW (1969):** Phylogeny of immunoglobulin structure and function. J. Exp. Med. 130 (6): 1337-1352.

**Leyendecker M, Hamann H, Hartung J, Glünder G, Nogosseck M, Neumann U, Sürle C, Kamphues J, Distl O (2002):** Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen. Lohmann Information 2: 1-6.

**Lickteig E (2006):** Vergleich der zwei Legehennenlinien Lohmann Selected Leghorn-Classical und Lohmann Brown-Classical unter den Bedingungen des

Feldversuchs im Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung in Volierenhaltung. München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Liebisch A, Liebisch G (2003):** Biologie, Schäden und Bekämpfung beim Befall durch die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*). Lohmann Information 4: 1-7.

**Loeffler K (2002):** Anatomie und Physiologie der Haustiere. 10., aktualisierte und korrigierte Auflage, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart. ISBN 3-8252-0013-2.

**Luck MR, Scanes CG (1979):** The relationship between reproductive activity and blood Ca in the Ca-deficient hen. Br. Poult. Sci. 20: 559-564.

**Lühmann M (1983):** Haut und Hautderivate. In: Mehner A, Hartfiel W (Hrsg), Handbuch der Geflügelphysiologie. Teil I. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 54-100. ISBN: 3-8055-3738-7.

**Lugmair A, Velik M, Zaludik K, Gruber B, Thenmair I, Zollitsch W, Troxler J, Niebuhr K (2005):** Leitfaden zum Management von Legehennen in Freiland- und Bodenhaltung mit besonderer Berücksichtigung der Verhaltensstörungen Kannibalismus und Federpicken. Kontrollstelle für artgemäße Nutztierhaltung GmbH (Hrsg), Bruck/Mur.

**Mammen S (2010):** Untersuchungen zu den Auswirkungen verschiedener Haltungssysteme für Legehennen auf den Immunstatus der Tiere unter Einbeziehung pathologisch-anatomischer, mikrobiologischer und hämatologischer Parameter. Hannover, TiHo, Diss.

**Martin G (1985):** Tiergerechte Hühnerhaltung: Erkenntnisgewinnung und Beurteilung der Ergebnisse. In: Von Loeper E, Martin G, Müller J, Nabholz A, van Putten G, Sambras HH, Teutsch GM, Troxler J, Tschanz B (Hrsg), Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart: 49-80.

**Martin G (2005):** Das Nahrungserwerbsverhalten beim Haushuhn und die davon abgeleiteten Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg), Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 28-33.

**Martin P, Bateson P (1993):** Measuring Behaviour: An Introductory Guide. Cambridge University Press. ISBN: 0-521-44614-7.

**Mehner A, Rauch W (1958):** Eierproduktion und Eierqualität. In: Hemmond J, Johansson I (Hrsg), Biologische Grundlagen der tierischen Leistungen. Handbuch der Tierzüchtung (1. Band). Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin: 363-418.

**Mishra A, Koene P, Schouten W, Spruijt B, van Beek P, Metz JHM (2005):** Temporal and Sequential Structure of Behavior and Facility Usage of Laying Hens in an Enriched Environment. Poult. Sci. 84: 979-991.

**Moesta A (2007):** Verhalten von Legehennen in einer Voliere unter Berücksichtigung der Sozialstruktur sowie des Einflusses von Einstreumaterial und -höhe auf das Staubbaden. Hannover, TiHo, Diss.

**Oester H (2005):** Ruheverhalten des Huhnes. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg), Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 104-109.

**Olsson IAS, Keeling LJ (2000):** Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. Appl. Anim. Behav. Sci. 68: 243-256.

**Peitz B, Peitz L (2009):** Hühner halten. 7., überarbeitete Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 978-3-8001-5901-7.

**Penzlin H (2005):** Lehrbuch der Tierphysiologie. 7. Auflage, Elsevier GmbH, München. ISBN 3-8274-0170-4.

**Petermann S (2006):** Geflügelhaltung. In: Richter T (Hrsg), Krankheitsursache Haltung. Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG: 152-218. ISBN 3-8304-1043-3.

**Petersen J (2000):** Intermittierende Beleuchtungsprogramme für Legehennen. Lohmann Information 1: 1-7.

**Pfeffer E (2005):** Mengenelemente. In: Engelhardt W, Breves G. Physiologie der Haustiere. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 625-627. ISBN 3-8304-1039-5.

**Pickel T, Schrader L, Scholz B (2011):** Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design. Poult. Sci. 90 (4): 715-724.

**Pilaski J (1972):** Vergleichende Untersuchungen über den Haemoglobingehalt des Hühner- und Putenblutes in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. Arch. Geflügelkd. 36: 70-77.

**Platz S, Heyn E, Hergt F, Weigl B, Erhard M (2009):** Comparative study on the behaviour, health and productivity of laying hens in a furnished cage and an aviary system. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 122 (7/8): 235-240.

**Pohle K, Cheng H-W (2009):** Furnished cage system and hen well-being: Comparative effects of furnished cages and battery cages on behavioral exhibitions in White Leghorn chickens. Poult. Sci. 88: 1559-1564.

**Prescott NB, Wathes CM, Jarvis JR (2003):** Light, vision and the welfare of poultry. Anim. Welf. 12 (2): 269-288.

**Rauch H-W, Matthes S (2004):** Produktion, Integument, Produktqualität, Käfighygiene. In: Modellvorhaben ausgestaltete Käfige – Produktion, Verhalten, Hygiene und Ökonomie in ausgestalteten Käfigen von 4 Herstellern in 6 Legehennenbetrieben. FAL und Hochschule Hannover; Celle, Hannover, Braunschweig: 21-71.

**Rietveld-Piepers B, Blokhuis HJ, Wiepkema PR (1985):** Egg-laying behaviour and nest-site selection of domestic hens kept in small floor-pens. Appl. Anim. Behav. Sci. 14 (1): 75-88.

**Rönchen S, Scholz B, Hewicker-Trautwein M, Hamann H, Distl O (2008):** Foot pad health in Lohmann Selected Leghorn and Lohman Brown laying hens kept in different housing systems with modified perch design. Arch. Geflügelkd. 72 (3): 97-105. ISSN 0003-9098.

**Rose ME, Orlans E (1981):** Immunoglobulins in the egg, embryo and young chick. Dev. Comp. Immunol. 5 (1): 15-20.

**Schade R, Staak C, Hendriksen C, Erhard M, Hugl H, Koch G, Larsson A, Pollman W, van Regenmortel M, Rijke E, Spielmann H, Steinbusch H, Straughan D (1996):** The Production of Avian (Egg Yolk) Antibodies: IgY. The Report and Recommendations of ECVAM Workshop 21, ATLA 24: 925-934.

**Scholtyssek S (1968):** Handbuch der Geflügelproduktion. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

**Scholtyssek S (1974):** Geflügel. In: Comberg G, Hinrichsen JK (Hrsg), Tierhaltungslehre. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 263-316. ISBN 3-8001-2119-0.

**Scholz B, Rönchen S, Hamann H, Distl O (2008a):** Meta -Analyse von Gesundheits-, Eequalitäts-, Leistungs- und Verhaltensmerkmalen zur Beurteilung von Kleingruppenhaltungssystemen für Legehennen, Züchtungskunde 80 (4): 303-314. Eugen Ulmer KG, Stuttgart. ISSN 0044-5401.

**Scholz B, Rönchen S, Hamann H, Hewicker-Trautwein M, Distl O (2008b):** Keel bone condition in laying hens: a histological evaluation of macroscopically assessed keel bones. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 121 (3/4): 89-94.

**Scholz B, Rönchen S, Hamann H, Distl O (2009):** Bone strength and keel bone status of two layer strains kept in small group housing systems with different perch configurations and group sizes. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 122 (7/8): 249-256.

**Scholz B, Kjaer J, Schrader L (2010):** Kleingruppenhaltung – Fettfreie Substrate bevorzugt. DGS-Magazin 1: 22-27.

**Scholz B, Kjaer JB, Urselmans S, Schrader L (2011):** Litter lipid content affects dustbathing behavior in laying hens. Poult. Sci. 90 (11): 2433-2439.

**Schrader L (2008):** Verhalten, Haltung, spezielle Managementfaktoren. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg), Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Sonderheft 322: 93-117. ISSN 0376-0723.

**Schrader L, Müller B (2009):** Night-time roosting in the domestic fowl: The height matters. Appl. Anim. Behav. Sci. 121:179-183.

**Schümann A (2008):** Einfluss einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern auf die Gesundheit, Leistung und das Verhalten von Legehennen in Freilandhaltung. München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Schulte J (1982):** Untersuchungen zum Einfluss der Phosphor-Versorgung auf die Eischalenstabilität und den Calcium- und Phosphorstoffwechsel bei der Legehennen. Institut für Tierphysiologie und Tierernährung der Georg-August-Universität Göttingen, Diss.

**Sewerin K (2002):** Beurteilung der Tiergerechtheit des angereicherten Käfigtyps "Aviplus" unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte bei Lohmann Silver Legehennen. Hannover, TiHo, Diss.

**Shimmura T, Eguchi Y, Uetake K, Tanaka T (2008):** Effects of separation of resources on behaviour of high-, medium- and low-ranked hens in furnished cages. Appl. Anim. Behav. Sci. 113 (1-3): 74-86.

**Stämpfli K, Roth BA, Buchwalder T, Fröhlich EKF (2011):** Influence of nest-floor slope on the nest choice of laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 135 (4): 286-292.

**Steigerwald K (2006):** Sehleistung des Vogelauges - Perspektiven und Konsequenzen für die Haltung von Zier- und Wirtschaftgeflügel unter Kunstlichtbedingungen. München, LMU, Klinik für Vögel, Diss.

**Streubel R, Bartels T, Krautwald-Junghanns M-E (2005):** Computertomographische, chemische und biomechanische Untersuchungen zur Knochendichte und Knochenbruchfestigkeit von Legehennen. Arch. Geflügelkd. 69 (5): 206-212.

**Tactacan GB, Guenter W, Lewis NJ, Rodriguez-Lecompte JC, House JD (2009):** Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. Poult. Sci. 88: 698-707.

**Telle MM (2011):** Verhaltensbeobachtungen bei der Keingruppenhaltung von Legehennen (LSL). München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Thiele HH (2008):** Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg), Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Sonderheft 322: 118-127. ISSN 0376-0723

**Thiele HH (2012):** Management tools to influence egg weight in commercial layers. Lohmann Information 47 (1): 21-31.

**Thiele HH, Pottgüter R (2008):** Management Recommendations for Laying Hens in Deep Litter, Perchery and Free Range Systems. Lohmann Information 43: 53-63.

**Taylor PE, Scott GB, Rose P (2003):** The ability of domestic hens to jump between horizontal perches: effects of light intensity and perch colour. Appl. Anim. Behav. Sci. 83 (2): 99-108.

**Taylor TG (1965):** Calcium-endocrine relationship in the laying hen. Proc. Nutr. Soc. 24: 49-54.

**Thum C (2009):** Verhalten und Raumnutzung von Legehennen in Kleingruppenhaltungen gemäß der deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung sowie der Einfluss der Tageszeit, Besatzdichte, Rasse und Gruppengröße auf diese Parameter. Tierärztliche Hochschule Hannover, Diss. mensch und buch verlag berlin. ISBN-13: 978 3 86664 690 2.

**Urselmans S, Damme K (2012):** 9. Bayerischer Herkunftsvergleich der Legehybriden – Deutliche Unterschiede. DGS-Magazin 18: 10-16.

**Van Liere DW, Bokma S (1987):** Short-Term Feather Maintenance as a Function of Dust-Bathing in Laying Hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18: 197-204.

**Van Liere DW, Kooijman J, Wiepkema PR (1990):** Dustbathing Behaviour of Laying Hens as Related to Quality of Dustbathing Material. *Appl Anim Behav Sci* 26: 127-141.

**Van Liere DW, Aggrey SE, Brouns FMR, Wiepkema PR (1991):** Oiling behaviour and the effect of lipids on dust bathing behaviour in laying hens. *Behav. Process.* 24 (1): 71-81.

**Van Niekerk T, van Emous RA, Reuvekamp BFJ (2001):** Legnest Euro 2000 nog niet perfect. *Pluimveehouderij* 31: 20-21.

**Van Rooijen J (1991):** Feeding behaviour as an indirect measure of food intake in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 30 (1): 105-115.

**Van Rooijen J (2005):** Dust bathing and other comfort behaviours of domestic hens. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg), *Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen.* Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 110-123.

**Vestergaard K (1982):** Dust-bathing in the Domestic Fowl – Diurnal Rhythm and Dust Deprivation. *Appl. Anim. Ethol.* 8: 487-495.

**Vits A, Weitzenbürger D (2005):** Übergreifende Diskussion. In: Weitzenbürger D, *Evaluierung von Kleingruppenhaltung und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich Gesundheitsstatus, Körperzustand und bestimmter ethologischer Parameter bei den Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown.* Hannover, TiHo, Diss: 187-216.

**Vits A, Weitzenbürger D, Distl O (2005a):** Comparison of different housing systems for laying hens in respect of economic, health and welfare aspects with special regard to furnished cages (Review article). *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 112 (9): 333-42.

**Vits A, Weitzenbürger D, Hamann H, Distl O (2005b):** Production, Egg Quality, Bone Strength, Claw Length, and Keel Bone Deformities of Laying Hens Housed in Furnished Cages with Different Group Sizes. *Poult. Sci.* 84: 1511-1519.

**Vits A, Weitzenbürger D, Hamann H, Distl O (2006):** Einfluss der Etageanordnung in ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltungssystemen auf die Legeleistung, Mortalität, Eiqualität, Knochenbruchfestigkeit, Krallenlänge und den Brustbeinstatus von Legehennen. *Arch. Geflügelkd.* 70 (4): 145-153. ISSN 0003-9098.

**Wallmann J, Staak C, Luge E (1990):** Einfache Methode zur Isolierung von Immunglobulin (Y) aus Eiern immunisierter Hühner. *J. Vet. Med. B* 37 (1-10): 317-320.

**Wang G, Ekstr C, Svedberg J (1998):** Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floorhoused hens. *Br. Poult. Sci.* 39: 191-197.

**Weigl B (2007):** Gesundheitsstatus von Legehennen in Klein- und Großvolierenhaltung im Vergleich. München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Weiss E, Teifke JP (1999):** Haut. In: Dahme E, Weiss, E (Hrsg), Grundriß der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. 5. neu bearb. und erw. Aufl., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart: 485-511. ISBN 3-432-80905-0.

**Weitzenbürger D, Vits A, Hamann H, Distl O (2005a):** Occurrence of organic diseases in layer strains Lohmann Selected Leghorn and Lohmann Brown kept in small group housing systems and furnished cages during the laying period. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 118 (11/12): 441-8.

**Weitzenbürger D, Vits A, Hamann H, Hewicker-Trautwein, Distl O (2005b):** Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen im Hinblick auf den Fußballenstatus bei Legehennen. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 118 (7/8): 270-279.

**Weitzenbürger D, Vits A, Hamann H, Distl O (2006a):** Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich bestimmter Verhaltensweisen bei der Legelinie Lohmann Selected Leghorn. Arch. Geflügelkd. 70 (6): 250-260. ISSN 0003-9098.

**Weitzenbürger D, Vits A, Hamann H, Distl O (2006b):** Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich Brustbeindeformationen, Gefiederstatus, Krallenlänge und Körpermasse bei den Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown. Arch. Tierz. 46 1:89-102.

**Withehead CC (2000):** Genotype and nutrition interactions in relation to bone strength in laying hens. Lohmann Information 23: 15-20.

**Wöhr AC, Ahrens F, Erhard M (2005):** Physiologie und Tierschutz. In: Engelhardt W, Breves G (Hrsg), Physiologie der Haustiere. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Enke Verlag, Stuttgart: 650-656. ISBN 3-8304-1039-5.

**Wood-Gush DGM, Murphy LB (1970):** Some factors affecting the choice of nests by the hen. Br. Poult. Sci. 11: 415 - 417.

### Internetzugriffe

**BML (1999):** Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen. <http://www.provieh.de/downloads/eckwerte.pdf> (Zugriff am 06.05.2012).



**Damme K, Urselmans S, Schneider M, Hildebrand RA (2010):** 8. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung, Prüfungsdurchgang 2009/2010. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_28798.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_28798.pdf) (Zugriff am 05.06.2012).

**Damme K, Urselmans S, Schneider M, Hildebrand RA (2011):** 9. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung, Prüfungsdurchgang 2010/2011. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_36924.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_36924.pdf) (Zugriff am 12.06.2012).

**De Jong I, Fillerup M, Reuvekamp B, Fiks T (2006):** Evaluation of substrate quality in two different housing systems (barn system and furnished cages) for laying hens with respect to dustbathing and foraging behaviour. Deliverable 4.5: Evaluation of litter in various housing systems. LayWel. Welfare implications of changes in production systems for laying hens: 1-25. <http://www.laywel.eu/web/pdf/deliverable%2045-2.pdf> (Zugriff am 05.07.2012).

**Fölsch DW, Knierim U, Staack M (2004):** Einsatz von gekeimtem Getreide in der Geflügelfütterung. Universität Kassel, Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften. <http://orgprints.org/6379/1/6379-02OE663-uni-wiz-knierim-2004-keimgetreide.pdf> (Zugriff am 28.06.2012).

**Knierim U, Staack M, Keppler C, Günther M (2007).** Erarbeitung von Mindestanforderungen für die Junghennenaufzucht im Hinblick auf die Minimierung von Federpicken und Kannibalismus in der Boden- und Freilandhaltung von Legehennen auf der Grundlage einer epidemiologischen Untersuchung. Forschungsauftrag: 04HS007. Schlussbericht. <http://download.ble.de/04HS007.pdf> (Zugriff am 25.06.2012).

**LayWel (2006):** Scoringssystem. <http://www.laywel.eu/web/xmlappservlet11da.html?action=ProcessSelection&SAVE PARA> (Zugriff am 02.07.2012).

**Lohmann Tierzucht GmbH (2010):** <http://www.ltz.de/produkte/Legehennen/LOHMANN-LSL-CLASSIC/> (Zugriff am 21.03.2012), <http://www.ltz.de/produkte/Legehennen/LOHMANN-BROWN-CLASSIC/> (Zugriff am 21.03.2012).

**Mair J, Petersen J, Mennicken L (2002):** Bedeutung von variablen Beleuchtungsmaßnahmen für Legehühner in der Bodenhaltung. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Forschungsbericht Nr. 93. <http://www.usl.uni-bonn.de/pdf/Forschungsbericht%2093.pdf> (Zugriff am 05.07.2012).

**Pottgueter R (2011):** Andere Haltungssysteme – anderes Futter? Vortrag auf der Geflügeltagung Haus Düsse am 02.05.2011. <http://www.duesse.de/tierhaltung/gefluegel/berichte/pdfs/2011-05-02-gefluegeltagung-03a.pdf> (Zugriff am 29.05.2012).

### **Richtlinien/Verordnungen**

**Richtlinie 1999/74/EG** des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen. Europäisches Amtsblatt Nr. L 203. S. 53 vom 3.08.1999.

**Tierschutzgesetz (TierSchG)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.05.2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 9.12.2010 (BGBl. I S. 1934) geändert worden ist.

**Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutztV)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch die Verordnung vom 1.10.2009 (BGBl. I S. 3223) geändert worden ist.

**Verordnung (EG) Nr. 557/2007** der Kommission vom 23. Mai 2007 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1028/2006 des Rates mit Vermarktungsnormen für Eier

## 10. Anhang

**Tab. 9: Durchschnittlicher Futterverbrauch aus den Trögen pro Henne und Tag [in g] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Abteile)**

| Lebens<br>woche | LSL |        |       |       | LB |        |       |      |
|-----------------|-----|--------|-------|-------|----|--------|-------|------|
|                 | n   | MW     | SD    | SEM   | n  | MW     | SD    | SEM  |
| 19              | 4   | 29,42  | 10,32 | 5,16  | 5  | 58,20  | 7,99  | 3,57 |
| 20              | 4   | 71,99  | 31,10 | 15,55 | 5  | 75,23  | 11,19 | 5,00 |
| 21              | 4   | 85,75  | 20,27 | 10,13 | 5  | 71,44  | 9,40  | 4,21 |
| 22              | 4   | 95,64  | 14,26 | 7,13  | 5  | 86,23  | 12,82 | 5,73 |
| 23              | 4   | 101,26 | 12,77 | 6,39  | 5  | 103,69 | 4,43  | 1,98 |
| 24              | 4   | 111,71 | 7,32  | 3,66  | 5  | 111,51 | 7,29  | 3,26 |
| 25              | 4   | 117,70 | 3,46  | 1,73  | 5  | 118,19 | 9,03  | 4,04 |
| 26              | 4   | 118,10 | 5,12  | 2,56  | 5  | 127,70 | 7,15  | 3,20 |
| 27              | 4   | 103,02 | 6,99  | 3,49  | 5  | 117,29 | 12,66 | 5,66 |
| 28              | 4   | 113,60 | 4,93  | 2,46  | 5  | 114,96 | 9,03  | 4,04 |
| 29              | 4   | 112,66 | 9,85  | 4,93  | 5  | 120,92 | 7,95  | 3,56 |
| 30              | 4   | 108,77 | 5,84  | 2,92  | 5  | 123,44 | 4,59  | 2,05 |
| 31              | 4   | 107,15 | 3,80  | 1,90  | 4  | 111,70 | 13,63 | 6,82 |
| 32              | 4   | 114,35 | 14,34 | 7,17  | 5  | 123,68 | 6,32  | 2,83 |
| 33              | 4   | 109,71 | 7,24  | 3,62  | 5  | 126,86 | 4,31  | 1,93 |
| 34              | 4   | 99,90  | 18,41 | 9,21  | 5  | 109,59 | 9,15  | 4,09 |
| 35              | 4   | 105,38 | 17,54 | 8,77  | 5  | 113,49 | 9,94  | 4,45 |
| 36              | 4   | 105,45 | 19,86 | 9,93  | 5  | 111,31 | 10,79 | 4,83 |
| 37              | 4   | 113,05 | 18,14 | 9,07  | 5  | 120,62 | 5,35  | 2,39 |
| 38              | 4   | 105,91 | 13,41 | 6,71  | 5  | 117,26 | 8,98  | 4,02 |
| 39              | 4   | 107,82 | 15,90 | 7,95  | 5  | 115,17 | 10,52 | 4,71 |
| 40              | 4   | 104,13 | 11,15 | 5,58  | 5  | 112,66 | 7,48  | 3,34 |
| 41              | 4   | 98,54  | 16,32 | 8,16  | 5  | 101,22 | 12,52 | 5,60 |
| 42              | 4   | 96,08  | 13,61 | 6,81  | 5  | 102,75 | 11,35 | 5,08 |
| 43              | 4   | 99,93  | 26,57 | 13,29 | 5  | 96,34  | 6,48  | 2,90 |
| 44              | 4   | 97,04  | 15,82 | 7,91  | 5  | 97,71  | 9,76  | 4,37 |
| 45              | 3   | 105,43 | 9,73  | 5,62  | 5  | 94,95  | 11,56 | 5,17 |
| 46              | 4   | 99,52  | 11,36 | 5,68  | 5  | 97,65  | 10,93 | 4,89 |
| 47              | 4   | 99,02  | 11,58 | 5,79  | 5  | 104,09 | 5,78  | 2,59 |
| 48              | 4   | 109,94 | 15,34 | 7,67  | 5  | 100,51 | 10,33 | 4,62 |
| 49              | 4   | 109,13 | 13,88 | 6,94  | 5  | 100,05 | 9,72  | 4,35 |
| 50              | 4   | 107,00 | 7,52  | 3,76  | 5  | 104,44 | 9,23  | 4,13 |
| 51              | 4   | 97,36  | 5,72  | 2,86  | 5  | 102,38 | 10,08 | 4,51 |
| 52              | 4   | 109,17 | 9,90  | 4,95  | 5  | 106,17 | 10,80 | 4,83 |
| 53              | 4   | 109,83 | 9,77  | 4,89  | 5  | 108,64 | 12,30 | 5,50 |
| 54              | 4   | 112,54 | 13,02 | 6,51  | 5  | 111,29 | 8,21  | 3,67 |
| 55              | 4   | 122,01 | 12,90 | 6,45  | 5  | 119,66 | 13,28 | 5,94 |
| 56              | 4   | 121,06 | 11,09 | 5,54  | 5  | 117,74 | 8,87  | 3,96 |
| 57              | 4   | 131,19 | 8,81  | 4,40  | 5  | 121,15 | 15,31 | 6,85 |
| 58              | 4   | 119,39 | 9,92  | 4,96  | 5  | 118,94 | 9,59  | 4,29 |
| 59              | 4   | 117,65 | 12,53 | 6,26  | 5  | 119,08 | 11,54 | 5,16 |
| 60              | 4   | 119,21 | 12,23 | 6,11  | 5  | 114,74 | 9,29  | 4,15 |
| 61              | 4   | 125,67 | 10,87 | 5,43  | 5  | 120,49 | 13,84 | 6,19 |
| 62              | 4   | 135,76 | 17,77 | 8,88  | 5  | 126,65 | 10,68 | 4,78 |

| Lebens<br>woche | LSL |        |       |      | LB |        |       |      |
|-----------------|-----|--------|-------|------|----|--------|-------|------|
|                 | n   | MW     | SD    | SEM  | n  | MW     | SD    | SEM  |
| 63              | 4   | 139,12 | 8,95  | 4,48 | 5  | 125,71 | 10,93 | 4,89 |
| 64              | 4   | 136,78 | 14,39 | 7,19 | 5  | 131,44 | 9,28  | 4,15 |
| 65              | 4   | 138,83 | 14,84 | 7,42 | 5  | 124,62 | 9,02  | 4,03 |
| 66              | 4   | 139,79 | 14,08 | 7,04 | 5  | 129,66 | 9,21  | 4,12 |
| 67              | 4   | 136,17 | 11,73 | 5,86 | 5  | 127,71 | 7,45  | 3,33 |
| 68              | 4   | 138,93 | 13,46 | 6,73 | 5  | 133,71 | 5,04  | 2,25 |
| 69              | 4   | 134,56 | 14,76 | 7,38 | 5  | 120,98 | 8,51  | 3,80 |

**Tab. 10: Durchschnittlicher Futterverbrauch aus den Trögen pro Henne und Tag [in g] in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit (n = Abteile x Wochen)**

| Einstreu-<br>intervall | LSL |        |       |      | LB |        |       |      |
|------------------------|-----|--------|-------|------|----|--------|-------|------|
|                        | n   | MW     | SD    | SEM  | n  | MW     | SD    | SEM  |
| 1x                     | 8   | 114,71 | 6,19  | 2,19 | 10 | 114,85 | 8,50  | 2,69 |
| 2x                     | 28  | 111,09 | 8,54  | 1,61 | 34 | 120,20 | 9,68  | 1,66 |
| 3x                     | 28  | 106,75 | 14,87 | 2,81 | 35 | 116,33 | 9,70  | 1,64 |
| 4x                     | 27  | 99,92  | 14,48 | 2,79 | 35 | 100,47 | 10,87 | 1,84 |
| 3x                     | 28  | 105,92 | 10,94 | 2,07 | 35 | 103,75 | 9,45  | 1,60 |
| 2x                     | 28  | 120,43 | 11,53 | 2,18 | 35 | 117,52 | 10,59 | 1,79 |
| 1x                     | 36  | 136,18 | 12,68 | 2,11 | 45 | 126,78 | 9,67  | 1,44 |

**Tab. 11: Durchschnittliche Legeleistung pro Anfangshenne [in %] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Abteile x Wochentage)**

| Lebens<br>woche | LSL |        |       |      | LB |        |       |      |
|-----------------|-----|--------|-------|------|----|--------|-------|------|
|                 | n   | MW     | SD    | SEM  | n  | MW     | SD    | SEM  |
| 20              | 3   | 33,33  | 14,43 | 8,33 | 0  | .      | .     | .    |
| 21              | 16  | 42,19  | 21,83 | 5,46 | 0  | .      | .     | .    |
| 22              | 32  | 62,50  | 42,12 | 7,45 | 16 | 28,13  | 23,94 | 5,98 |
| 23              | 35  | 86,43  | 23,75 | 4,01 | 26 | 48,08  | 29,09 | 5,70 |
| 24              | 35  | 95,71  | 9,56  | 1,62 | 35 | 59,29  | 27,17 | 4,59 |
| 25              | 35  | 92,14  | 13,24 | 2,24 | 35 | 87,86  | 18,56 | 3,14 |
| 26              | 35  | 98,57  | 5,89  | 1,00 | 35 | 96,43  | 12,34 | 2,09 |
| 27              | 35  | 98,57  | 12,04 | 2,04 | 35 | 90,71  | 12,26 | 2,07 |
| 28              | 35  | 97,86  | 7,10  | 1,20 | 35 | 96,43  | 8,88  | 1,50 |
| 29              | 35  | 96,43  | 10,75 | 1,82 | 35 | 93,57  | 11,09 | 1,87 |
| 30              | 35  | 99,29  | 4,23  | ,71  | 35 | 94,29  | 12,26 | 2,07 |
| 31              | 35  | 98,57  | 5,89  | 1,00 | 35 | 93,57  | 14,02 | 2,37 |
| 32              | 35  | 100,00 | ,00   | ,00  | 35 | 100,00 | 8,57  | 1,45 |
| 33              | 35  | 99,29  | 4,23  | ,71  | 35 | 94,29  | 10,65 | 1,80 |
| 34              | 35  | 97,86  | 7,10  | 1,20 | 35 | 90,00  | 13,83 | 2,34 |
| 35              | 35  | 95,71  | 11,32 | 1,91 | 35 | 97,86  | 16,46 | 2,78 |
| 36              | 35  | 97,86  | 14,05 | 2,38 | 35 | 97,86  | 9,34  | 1,58 |
| 37              | 35  | 97,14  | 8,07  | 1,36 | 35 | 99,29  | 16,59 | 2,80 |
| 38              | 35  | 98,57  | 8,45  | 1,43 | 35 | 99,29  | 15,44 | 2,61 |
| 39              | 35  | 98,57  | 5,89  | 1,00 | 35 | 96,43  | 12,34 | 2,09 |

| Lebens<br>woche | LSL |        |       |      | LB |       |       |      |
|-----------------|-----|--------|-------|------|----|-------|-------|------|
|                 | n   | MW     | SD    | SEM  | n  | MW    | SD    | SEM  |
| 40              | 35  | 100,00 | 12,13 | 2,05 | 35 | 98,57 | 15,98 | 2,70 |
| 41              | 35  | 100,00 | 6,06  | 1,02 | 35 | 95,00 | 11,82 | 2,00 |
| 42              | 35  | 99,29  | 7,39  | 1,25 | 35 | 95,71 | 11,32 | 1,91 |
| 43              | 35  | 98,57  | 12,04 | 2,04 | 35 | 92,14 | 13,24 | 2,24 |
| 44              | 35  | 98,57  | 5,89  | 1,00 | 35 | 95,00 | 16,93 | 2,86 |
| 45              | 35  | 97,14  | 8,07  | 1,36 | 35 | 90,00 | 13,83 | 2,34 |
| 46              | 35  | 97,14  | 11,78 | 1,99 | 35 | 88,57 | 16,43 | 2,78 |
| 47              | 35  | 97,14  | 14,57 | 2,46 | 35 | 85,00 | 16,27 | 2,75 |
| 48              | 35  | 95,71  | 14,20 | 2,40 | 35 | 85,00 | 17,36 | 2,93 |
| 49              | 35  | 96,43  | 16,21 | 2,74 | 35 | 87,14 | 16,46 | 2,78 |
| 50              | 35  | 95,00  | 10,15 | 1,71 | 35 | 87,14 | 15,31 | 2,59 |
| 51              | 35  | 95,00  | 11,82 | 2,00 | 35 | 85,71 | 19,45 | 3,29 |
| 52              | 35  | 96,43  | 10,75 | 1,82 | 35 | 86,43 | 21,30 | 3,60 |
| 53              | 35  | 95,00  | 13,28 | 2,25 | 35 | 80,00 | 18,98 | 3,21 |
| 54              | 35  | 97,14  | 14,57 | 2,46 | 35 | 85,71 | 16,37 | 2,77 |
| 55              | 35  | 98,57  | 10,40 | 1,76 | 35 | 88,57 | 18,53 | 3,13 |
| 56              | 35  | 92,14  | 13,24 | 2,24 | 35 | 86,43 | 16,43 | 2,78 |
| 57              | 35  | 92,14  | 14,57 | 2,46 | 35 | 77,86 | 23,30 | 3,94 |
| 58              | 35  | 95,00  | 13,28 | 2,25 | 35 | 82,86 | 19,90 | 3,36 |
| 59              | 35  | 94,29  | 17,24 | 2,91 | 35 | 78,57 | 20,24 | 3,42 |
| 60              | 35  | 96,43  | 12,34 | 2,09 | 35 | 86,43 | 20,42 | 3,45 |
| 61              | 35  | 93,57  | 11,09 | 1,87 | 35 | 87,14 | 19,53 | 3,30 |
| 62              | 35  | 93,57  | 14,02 | 2,37 | 35 | 85,00 | 22,03 | 3,72 |
| 63              | 35  | 88,57  | 15,27 | 2,58 | 35 | 88,57 | 19,50 | 3,30 |
| 64              | 35  | 92,86  | 12,96 | 2,19 | 35 | 85,00 | 18,39 | 3,11 |
| 65              | 35  | 93,57  | 14,02 | 2,37 | 35 | 85,00 | 20,29 | 3,43 |
| 66              | 35  | 94,29  | 12,26 | 2,07 | 35 | 84,29 | 19,26 | 3,25 |
| 67              | 35  | 94,29  | 13,67 | 2,31 | 35 | 89,29 | 17,45 | 2,95 |
| 68              | 35  | 92,14  | 18,95 | 3,20 | 35 | 87,14 | 18,56 | 3,14 |
| 69              | 35  | 92,86  | 12,96 | 2,19 | 35 | 90,00 | 19,36 | 3,27 |

**Tab. 12: Legeleistung pro Anfangshenne [in %] in Abhängigkeit der Abteile  
ab einer Legeleistung von 50 % (n = Legeleistungsdauer in Tagen)**

| Legelinie | Abteil | n   | MW    | SD    | SEM  |
|-----------|--------|-----|-------|-------|------|
| LSL       | 1      | 336 | 93,82 | 14,74 | ,80  |
|           | 4      | 333 | 94,97 | 13,41 | ,73  |
|           | 6      | 336 | 95,16 | 14,74 | ,80  |
|           | 7      | 336 | 96,80 | 13,35 | ,73  |
|           | 10     | 336 | 95,98 | 14,15 | ,77  |
| LB        | 2      | 322 | 87,81 | 15,06 | ,84  |
|           | 3      | 322 | 96,12 | 13,11 | ,73  |
|           | 5      | 322 | 94,02 | 13,28 | ,74  |
|           | 8      | 322 | 75,54 | 23,38 | 1,30 |
|           | 9      | 322 | 92,86 | 15,77 | ,88  |

**Tab. 13: Durchschnittliches Eigewicht [in g] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Eier x Wochentage)**

| Lebens<br>woche | LSL |       |      |      | LB  |       |      |      |
|-----------------|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
|                 | n   | MW    | SD   | SEM  | n   | MW    | SD   | SEM  |
| 20              | 4   | 40,25 | 2,99 | 1,49 | 0   | .     | .    | .    |
| 21              | 25  | 41,88 | 3,02 | ,60  | 0   | .     | .    | .    |
| 22              | 76  | 46,95 | 3,73 | ,43  | 16  | 52,25 | 4,22 | 1,05 |
| 23              | 117 | 49,31 | 3,74 | ,35  | 50  | 52,70 | 5,13 | ,73  |
| 24              | 131 | 52,81 | 5,17 | ,45  | 82  | 54,68 | 4,10 | ,45  |
| 25              | 127 | 53,57 | 3,48 | ,31  | 122 | 56,42 | 4,76 | ,43  |
| 26              | 138 | 55,51 | 4,00 | ,34  | 135 | 58,51 | 3,49 | ,30  |
| 27              | 137 | 56,43 | 4,16 | ,36  | 127 | 60,19 | 3,46 | ,31  |
| 28              | 137 | 57,15 | 4,36 | ,37  | 133 | 61,08 | 4,42 | ,38  |
| 29              | 135 | 58,35 | 3,89 | ,34  | 129 | 62,26 | 4,60 | ,41  |
| 30              | 138 | 58,54 | 3,48 | ,30  | 132 | 62,00 | 3,65 | ,32  |
| 31              | 137 | 59,99 | 3,39 | ,29  | 126 | 62,83 | 3,77 | ,34  |
| 32              | 140 | 61,04 | 3,64 | ,31  | 137 | 63,28 | 4,22 | ,36  |
| 33              | 139 | 61,50 | 3,78 | ,32  | 132 | 63,46 | 4,84 | ,42  |
| 34              | 137 | 61,35 | 3,89 | ,33  | 126 | 64,16 | 5,35 | ,48  |
| 35              | 133 | 61,18 | 4,31 | ,37  | 134 | 63,79 | 3,89 | ,34  |
| 36              | 134 | 62,16 | 3,49 | ,30  | 135 | 65,25 | 3,40 | ,29  |
| 37              | 136 | 62,13 | 2,81 | ,24  | 136 | 64,68 | 3,60 | ,31  |
| 38              | 136 | 62,79 | 4,32 | ,37  | 134 | 64,84 | 4,67 | ,40  |
| 39              | 137 | 62,73 | 3,52 | ,30  | 130 | 65,07 | 3,70 | ,32  |
| 40              | 136 | 63,21 | 3,32 | ,28  | 130 | 65,21 | 4,74 | ,42  |
| 41              | 137 | 62,15 | 3,99 | ,34  | 130 | 64,42 | 3,84 | ,34  |
| 42              | 139 | 62,77 | 3,59 | ,30  | 133 | 64,20 | 4,17 | ,36  |
| 43              | 137 | 62,39 | 3,61 | ,31  | 129 | 64,02 | 4,06 | ,36  |
| 44              | 138 | 62,57 | 3,64 | ,31  | 129 | 64,73 | 4,52 | ,40  |
| 45              | 136 | 62,57 | 3,87 | ,33  | 125 | 63,84 | 4,68 | ,42  |
| 46              | 136 | 62,52 | 3,93 | ,34  | 123 | 64,08 | 4,73 | ,43  |
| 47              | 135 | 62,47 | 4,63 | ,40  | 117 | 64,17 | 4,18 | ,39  |
| 48              | 134 | 62,72 | 3,95 | ,34  | 118 | 63,73 | 4,85 | ,45  |
| 49              | 135 | 62,30 | 3,88 | ,33  | 120 | 63,18 | 4,95 | ,45  |
| 50              | 133 | 63,77 | 4,28 | ,37  | 121 | 64,03 | 5,22 | ,47  |
| 51              | 132 | 63,30 | 4,48 | ,39  | 120 | 64,10 | 4,89 | ,45  |
| 52              | 135 | 62,65 | 3,72 | ,32  | 117 | 63,73 | 4,69 | ,43  |
| 53              | 133 | 63,10 | 4,15 | ,36  | 112 | 64,38 | 5,22 | ,49  |
| 54              | 134 | 63,47 | 3,81 | ,33  | 120 | 64,33 | 4,62 | ,42  |
| 55              | 136 | 63,88 | 4,45 | ,38  | 124 | 64,52 | 4,89 | ,44  |
| 56              | 128 | 63,44 | 4,93 | ,44  | 121 | 64,45 | 5,75 | ,52  |
| 57              | 127 | 63,90 | 4,04 | ,36  | 107 | 62,87 | 5,00 | ,48  |
| 58              | 130 | 64,19 | 4,28 | ,38  | 116 | 63,97 | 5,87 | ,54  |
| 59              | 132 | 63,66 | 3,84 | ,33  | 109 | 65,06 | 6,15 | ,59  |
| 60              | 135 | 63,77 | 4,24 | ,36  | 120 | 63,82 | 4,98 | ,45  |
| 61              | 131 | 63,89 | 3,97 | ,35  | 122 | 64,17 | 4,76 | ,43  |
| 62              | 128 | 64,32 | 3,78 | ,33  | 117 | 63,99 | 5,71 | ,53  |
| 63              | 124 | 64,81 | 4,81 | ,43  | 122 | 63,80 | 4,77 | ,43  |
| 64              | 129 | 64,94 | 4,03 | ,35  | 117 | 64,73 | 5,42 | ,50  |
| 65              | 131 | 64,23 | 4,11 | ,36  | 118 | 64,12 | 4,89 | ,45  |
| 66              | 132 | 64,87 | 4,20 | ,37  | 117 | 65,13 | 5,33 | ,49  |

| Lebens-<br>woche | LSL |       |      |     | LB  |       |      |     |
|------------------|-----|-------|------|-----|-----|-------|------|-----|
|                  | n   | MW    | SD   | SEM | n   | MW    | SD   | SEM |
| 67               | 130 | 65,20 | 4,05 | ,36 | 123 | 64,51 | 5,39 | ,49 |
| 68               | 124 | 65,03 | 4,39 | ,39 | 122 | 64,63 | 5,89 | ,53 |
| 69               | 127 | 64,96 | 4,64 | ,41 | 125 | 65,53 | 5,67 | ,51 |

**Tab. 14: Anteil verlegter Eier [%] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Abteile x Wochentage)**

| Lebens-<br>woche | LSL |       |       |       | LB |       |       |       |
|------------------|-----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|
|                  | n   | MW    | SD    | SEM   | n  | MW    | SD    | SEM   |
| 20               | 3   | 83,33 | 28,87 | 16,67 | 0  | .     | .     | .     |
| 21               | 16  | 77,06 | 37,48 | 9,37  | 0  | .     | .     | .     |
| 22               | 28  | 41,50 | 42,94 | 8,12  | 11 | 75,73 | 42,44 | 12,79 |
| 23               | 35  | 36,20 | 43,26 | 7,31  | 26 | 73,08 | 45,23 | 8,87  |
| 24               | 35  | 32,34 | 38,86 | 6,57  | 35 | 80,00 | 40,58 | 6,86  |
| 25               | 35  | 34,77 | 42,76 | 7,23  | 35 | 63,06 | 42,37 | 7,16  |
| 26               | 35  | 33,57 | 42,42 | 7,17  | 35 | 52,37 | 41,80 | 7,07  |
| 27               | 35  | 30,91 | 38,98 | 6,59  | 35 | 51,37 | 41,72 | 7,05  |
| 28               | 35  | 30,26 | 36,40 | 6,15  | 35 | 51,89 | 41,29 | 6,98  |
| 29               | 35  | 30,00 | 37,28 | 6,30  | 35 | 52,09 | 41,46 | 7,01  |
| 30               | 35  | 30,00 | 37,28 | 6,30  | 35 | 51,40 | 41,85 | 7,07  |
| 31               | 35  | 30,71 | 36,92 | 6,24  | 35 | 53,06 | 41,20 | 6,96  |
| 32               | 35  | 30,71 | 38,39 | 6,49  | 35 | 50,46 | 42,21 | 7,13  |
| 33               | 35  | 29,77 | 37,02 | 6,26  | 35 | 51,60 | 41,59 | 7,03  |
| 34               | 35  | 30,00 | 37,28 | 6,30  | 35 | 51,37 | 42,15 | 7,13  |
| 35               | 35  | 33,14 | 42,06 | 7,11  | 35 | 50,86 | 42,04 | 7,11  |
| 36               | 35  | 30,63 | 38,32 | 6,48  | 35 | 52,57 | 40,89 | 6,91  |
| 37               | 35  | 31,91 | 35,91 | 6,07  | 35 | 52,11 | 41,64 | 7,04  |
| 38               | 35  | 32,40 | 36,78 | 6,22  | 35 | 51,83 | 41,65 | 7,04  |
| 39               | 35  | 32,14 | 37,66 | 6,37  | 35 | 51,86 | 41,59 | 7,03  |
| 40               | 35  | 33,57 | 36,58 | 6,18  | 35 | 51,63 | 41,72 | 7,05  |
| 41               | 35  | 32,14 | 36,16 | 6,11  | 35 | 52,31 | 41,33 | 6,99  |
| 42               | 35  | 29,91 | 37,21 | 6,29  | 35 | 50,77 | 42,06 | 7,11  |
| 43               | 35  | 30,63 | 36,85 | 6,23  | 35 | 51,60 | 42,03 | 7,10  |
| 44               | 35  | 29,77 | 37,02 | 6,26  | 35 | 50,77 | 42,06 | 7,11  |
| 45               | 35  | 32,14 | 40,48 | 6,84  | 35 | 50,89 | 42,27 | 7,14  |
| 46               | 35  | 30,49 | 38,14 | 6,45  | 35 | 54,51 | 41,16 | 6,96  |
| 47               | 35  | 30,71 | 38,39 | 6,49  | 35 | 53,54 | 41,26 | 6,97  |
| 48               | 35  | 29,54 | 37,25 | 6,30  | 35 | 51,37 | 42,59 | 7,20  |
| 49               | 35  | 29,54 | 36,75 | 6,21  | 35 | 53,06 | 42,05 | 7,11  |
| 50               | 35  | 29,77 | 37,02 | 6,26  | 35 | 55,46 | 42,03 | 7,10  |
| 51               | 35  | 29,31 | 36,49 | 6,17  | 35 | 60,49 | 42,48 | 7,18  |
| 52               | 35  | 29,54 | 36,75 | 6,21  | 35 | 57,89 | 43,07 | 7,28  |
| 53               | 35  | 30,71 | 38,39 | 6,49  | 35 | 59,54 | 41,73 | 7,05  |
| 54               | 35  | 29,77 | 37,02 | 6,26  | 35 | 59,80 | 41,89 | 7,08  |
| 55               | 35  | 32,86 | 40,12 | 6,78  | 35 | 54,80 | 40,62 | 6,87  |
| 56               | 35  | 32,86 | 41,47 | 7,01  | 35 | 55,49 | 42,60 | 7,20  |
| 57               | 35  | 31,20 | 39,22 | 6,63  | 35 | 55,69 | 45,02 | 7,61  |
| 58               | 35  | 31,20 | 39,22 | 6,63  | 35 | 52,69 | 43,18 | 7,30  |

| Lebens-<br>woche | LSL |       |       |      | LB |       |       |      |
|------------------|-----|-------|-------|------|----|-------|-------|------|
|                  | n   | MW    | SD    | SEM  | n  | MW    | SD    | SEM  |
| 59               | 35  | 30,26 | 37,89 | 6,40 | 35 | 51,40 | 42,72 | 7,22 |
| 60               | 35  | 29,77 | 37,02 | 6,26 | 35 | 50,77 | 42,93 | 7,26 |
| 61               | 35  | 30,26 | 37,89 | 6,40 | 35 | 51,94 | 41,57 | 7,03 |
| 62               | 35  | 33,49 | 42,80 | 7,23 | 35 | 47,83 | 44,99 | 7,61 |
| 63               | 35  | 36,20 | 45,74 | 7,73 | 35 | 52,34 | 43,20 | 7,30 |
| 64               | 35  | 31,20 | 39,68 | 6,71 | 35 | 52,34 | 41,47 | 7,01 |
| 65               | 35  | 33,60 | 42,73 | 7,22 | 35 | 50,71 | 43,70 | 7,39 |
| 66               | 35  | 33,57 | 42,42 | 7,17 | 35 | 50,94 | 43,39 | 7,33 |
| 67               | 35  | 35,26 | 44,71 | 7,56 | 35 | 48,80 | 44,43 | 7,51 |
| 68               | 35  | 37,29 | 46,85 | 7,92 | 35 | 50,94 | 44,23 | 7,48 |
| 69               | 35  | 36,20 | 46,14 | 7,80 | 35 | 48,11 | 44,25 | 7,48 |

**Tab. 15: Anteil verlegter Eier [in %] in Abhängigkeit des Käfigabteils**  
(n = Legeleistungsdauer in Tagen)

| Legelinie | Abteil | n   | MW     | SD    | SEM  |
|-----------|--------|-----|--------|-------|------|
| LSL       | 1      | 346 | 78,47  | 10,77 | ,58  |
|           | 4      | 332 | ,70    | 4,23  | ,23  |
|           | 6      | 337 | ,55    | 4,32  | ,24  |
|           | 7      | 342 | 79,16  | 11,35 | ,61  |
|           | 10     | 338 | ,99    | 5,31  | ,29  |
| LB        | 2      | 333 | ,32    | 2,97  | ,16  |
|           | 3      | 333 | 28,82  | 18,05 | ,99  |
|           | 5      | 335 | 100,00 | ,00   | ,00  |
|           | 8      | 325 | 40,31  | 24,33 | 1,35 |
|           | 9      | 326 | 100,00 | ,00   | ,00  |

**Tab. 16: Anteil der Schmutzeier [in %] in Abhängigkeit des Käfigabteils**  
(n = Legeleistungsdauer in Tagen)

| Legelinie | Abteil | n   | MW    | SD    | SEM  |
|-----------|--------|-----|-------|-------|------|
| LSL       | 1      | 346 | 14,44 | 22,88 | 1,23 |
|           | 4      | 332 | 1,31  | 6,28  | ,34  |
|           | 6      | 336 | ,42   | 3,47  | ,19  |
|           | 7      | 342 | 17,51 | 21,98 | 1,19 |
|           | 10     | 338 | ,17   | 2,26  | ,12  |
| LB        | 2      | 333 | ,24   | 2,53  | ,14  |
|           | 3      | 333 | 1,10  | 5,07  | ,28  |
|           | 5      | 335 | 25,62 | 29,91 | 1,63 |
|           | 8      | 325 | 11,79 | 19,62 | 1,09 |
|           | 9      | 326 | 16,15 | 23,05 | 1,28 |



**Tab. 17: Anteil der Knick- und Bruchfehler [in %] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Abteile x Wochentage)**

| Lebens-<br>woche | LSL |      |       |      | LB |      |       |      |
|------------------|-----|------|-------|------|----|------|-------|------|
|                  | n   | MW   | SD    | SEM  | n  | MW   | SD    | SEM  |
| 20               | 3   | ,00  | ,00   | ,00  | 0  | .    | .     | .    |
| 21               | 16  | 5,21 | 14,55 | 3,64 | 0  | .    | .     | .    |
| 22               | 27  | 4,01 | 12,09 | 2,33 | 11 | 7,58 | 17,26 | 5,20 |
| 23               | 35  | 2,14 | 7,10  | 1,20 | 26 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 24               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,95  | 5,63  | ,95  |
| 25               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,57  | 3,38  | ,57  |
| 26               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 27               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 28               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 1,43 | 5,89  | 1,00 |
| 29               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,95  | 5,63  | ,95  |
| 30               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 31               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | 1,67 | 6,94  | 1,17 |
| 32               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 1,86 | 6,19  | 1,05 |
| 33               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 34               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 35               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | 2,00 | 6,66  | 1,13 |
| 36               | 35  | 1,19 | 5,01  | ,85  | 35 | 1,29 | 5,33  | ,90  |
| 37               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 1,69 | 5,76  | ,97  |
| 38               | 35  | 1,52 | 6,48  | 1,10 | 35 | 2,43 | 6,90  | 1,17 |
| 39               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | 3,29 | 8,22  | 1,39 |
| 40               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 1,52 | 6,48  | 1,10 |
| 41               | 35  | 1,43 | 5,89  | 1,00 | 35 | 1,43 | 5,89  | 1,00 |
| 42               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,57  | 3,38  | ,57  |
| 43               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 44               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 2,48 | 7,10  | 1,20 |
| 45               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,71  | 4,23  | ,71  |
| 46               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,57  | 3,38  | ,57  |
| 47               | 35  | ,57  | 3,38  | ,57  | 35 | 1,43 | 5,89  | 1,00 |
| 48               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,57  | 3,38  | ,57  |
| 49               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 1,14 | 6,76  | 1,14 |
| 50               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,71  | 4,23  | ,71  |
| 51               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 52               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 4,14 | 12,63 | 2,13 |
| 53               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 54               | 35  | ,57  | 3,38  | ,57  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 55               | 35  | 1,43 | 5,89  | 1,00 | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 56               | 35  | ,95  | 5,63  | ,95  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 57               | 35  | 1,43 | 5,89  | 1,00 | 35 | 1,43 | 5,89  | 1,00 |
| 58               | 35  | 2,00 | 6,66  | 1,13 | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 59               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,95  | 5,63  | ,95  |
| 60               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,57  | 3,38  | ,57  |
| 61               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 62               | 35  | 2,38 | 10,02 | 1,69 | 35 | 1,43 | 5,89  | 1,00 |
| 63               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,57  | 3,38  | ,57  |
| 64               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | 1,14 | 4,71  | ,80  |
| 65               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,71  | 4,23  | ,71  |
| 66               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,71  | 4,23  | ,71  |

| Lebens-<br>woche | LSL |      |      |     | LB |      |      |      |
|------------------|-----|------|------|-----|----|------|------|------|
|                  | n   | MW   | SD   | SEM | n  | MW   | SD   | SEM  |
| 67               | 35  | ,57  | 3,38 | ,57 | 35 | 2,14 | 9,34 | 1,58 |
| 68               | 35  | 1,14 | 4,71 | ,80 | 35 | ,00  | ,00  | ,00  |
| 69               | 35  | ,00  | ,00  | ,00 | 35 | ,57  | 3,38 | ,57  |

**Tab. 18: Anteil der Knick- und Brucheier [in %] in Abhängigkeit vom Abteil**  
(n = Legeleistungsdauer in Tagen)

| Legelinie | Abteil | n   | MW   | SD   | SEM |
|-----------|--------|-----|------|------|-----|
| LSL       | 1      | 346 | ,59  | 4,30 | ,23 |
|           | 4      | 332 | ,44  | 3,23 | ,18 |
|           | 6      | 336 | ,53  | 3,68 | ,20 |
|           | 7      | 342 | ,95  | 5,21 | ,28 |
|           | 10     | 338 | ,36  | 3,60 | ,20 |
| LB        | 2      | 333 | ,48  | 3,32 | ,18 |
|           | 3      | 333 | ,15  | 2,74 | ,15 |
|           | 5      | 335 | 1,32 | 5,81 | ,32 |
|           | 8      | 325 | 2,17 | 7,74 | ,43 |
|           | 9      | 326 | ,78  | 4,23 | ,23 |

**Tab. 19: Anteil der Windeier [in %] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie** (n = Abteile x Wochentage)

| Lebens-<br>woche | LSL |      |       |      | LB |      |       |      |
|------------------|-----|------|-------|------|----|------|-------|------|
|                  | n   | MW   | SD    | SEM  | n  | MW   | SD    | SEM  |
| 20               | 3   | ,00  | ,00   | ,00  | 0  | .    | .     | .    |
| 21               | 16  | ,00  | ,00   | ,00  | 0  | .    | .     | .    |
| 22               | 27  | ,93  | 4,81  | ,93  | 11 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 23               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 26 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 24               | 35  | 3,10 | 10,71 | 1,81 | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 25               | 35  | 1,29 | 5,33  | ,90  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 26               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 27               | 35  | ,57  | 3,38  | ,57  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 28               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 29               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,95  | 5,63  | ,95  |
| 30               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 31               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | 2,14 | 7,10  | 1,20 |
| 32               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 33               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 34               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 35               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 36               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 37               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 38               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,48  | 2,82  | ,48  |
| 39               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 40               | 35  | 2,29 | 6,46  | 1,09 | 35 | 4,95 | 11,70 | 1,98 |
| 41               | 35  | ,57  | 3,38  | ,57  | 35 | 1,14 | 6,76  | 1,14 |

| Lebens-<br>woche | LSL |      |       |      | LB |     |      |     |
|------------------|-----|------|-------|------|----|-----|------|-----|
|                  | n   | MW   | SD    | SEM  | n  | MW  | SD   | SEM |
| 42               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 43               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 44               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 45               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 46               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 47               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 48               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 49               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 50               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 51               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 52               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 53               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 54               | 35  | ,57  | 3,38  | ,57  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 55               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 56               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 57               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 58               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 59               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 60               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 61               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 62               | 35  | ,95  | 5,63  | ,95  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 63               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,71 | 4,23 | ,71 |
| 64               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 65               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 66               | 35  | ,00  | ,00   | ,00  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 67               | 35  | ,71  | 4,23  | ,71  | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 68               | 35  | 2,00 | 6,66  | 1,13 | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |
| 69               | 35  | 3,10 | 10,71 | 1,81 | 35 | ,00 | ,00  | ,00 |

**Tab. 20: Durchschnittliche Eibruchfestigkeit [in N] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Eier)**

| Lebens-<br>woche | LSL |       |      |      | LB |       |       |      |
|------------------|-----|-------|------|------|----|-------|-------|------|
|                  | n   | MW    | SD   | SEM  | n  | MW    | SD    | SEM  |
| 22               | 10  | 38,41 | 5,78 | 1,83 | 4  | 39,79 | 4,70  | 2,35 |
| 26               | 20  | 41,46 | 6,02 | 1,35 | 19 | 39,36 | 7,82  | 1,79 |
| 31               | 20  | 39,56 | 3,70 | ,83  | 18 | 42,26 | 9,01  | 2,12 |
| 36               | 20  | 41,51 | 6,99 | 1,56 | 19 | 46,24 | 7,21  | 1,65 |
| 39               | 20  | 42,57 | 5,11 | 1,14 | 16 | 44,04 | 11,35 | 2,84 |
| 43               | 19  | 38,76 | 4,15 | ,95  | 18 | 35,42 | 6,29  | 1,48 |
| 47               | 21  | 37,58 | 4,43 | ,97  | 17 | 36,96 | 9,03  | 2,19 |
| 52               | 20  | 35,55 | 6,65 | 1,49 | 17 | 34,43 | 7,67  | 1,86 |
| 57               | 18  | 31,22 | 9,42 | 2,22 | 17 | 31,44 | 9,58  | 2,32 |
| 61               | 20  | 31,86 | 7,92 | 1,77 | 18 | 33,46 | 9,43  | 2,22 |
| 65               | 19  | 29,95 | 4,41 | 1,01 | 18 | 34,01 | 13,07 | 3,08 |
| 68               | 19  | 27,20 | 8,77 | 2,01 | 15 | 32,84 | 8,52  | 2,20 |

**Tab. 21: Durchschnittliche Eischalendicke [in mm] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Eier)**

| Lebens-<br>woche | LSL |     |     |     | LB |     |     |     |
|------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|                  | n   | MW  | SD  | SEM | n  | MW  | SD  | SEM |
| 22               | 10  | ,41 | ,03 | ,01 | 4  | ,42 | ,01 | ,01 |
| 26               | 20  | ,50 | ,11 | ,03 | 19 | ,51 | ,08 | ,02 |
| 31               | 20  | ,44 | ,03 | ,01 | 19 | ,46 | ,06 | ,01 |
| 36               | 20  | ,41 | ,06 | ,01 | 19 | ,42 | ,06 | ,01 |
| 39               | 20  | ,45 | ,05 | ,01 | 15 | ,47 | ,06 | ,02 |
| 43               | 19  | ,40 | ,03 | ,01 | 18 | ,40 | ,05 | ,01 |
| 47               | 22  | ,39 | ,05 | ,01 | 17 | ,41 | ,07 | ,02 |
| 52               | 20  | ,40 | ,05 | ,01 | 17 | ,41 | ,05 | ,01 |
| 57               | 19  | ,38 | ,04 | ,01 | 17 | ,40 | ,04 | ,01 |
| 61               | 20  | ,44 | ,04 | ,01 | 18 | ,46 | ,04 | ,01 |
| 65               | 20  | ,37 | ,08 | ,02 | 18 | ,43 | ,07 | ,02 |
| 68               | 20  | ,40 | ,04 | ,01 | 15 | ,41 | ,05 | ,01 |

**Tab. 22: Anteil der unterschiedlichen Noten des Gefiederzustandes [in %] im ersten Untersuchungszeitraum (Nov. 2010 bis Feb. 2011) in Abhängigkeit der Legelinie**

| Note | Legelinie | Hals  | Rücken | Flügel | Brust | Bauch | Schwanz |
|------|-----------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|
| 1    | LSL       | 0,00  | 1,25   | 0,00   | 3,75  | 8,75  | 0,00    |
|      | LB        | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00    |
| 2    | LSL       | 0,00  | 1,25   | 2,50   | 5,00  | 16,25 | 0,00    |
|      | LB        | 0,00  | 0,00   | 1,25   | 0,00  | 0,00  | 0,00    |
| 3    | LSL       | 11,25 | 5,00   | 25,00  | 46,25 | 20,00 | 17,50   |
|      | LB        | 1,25  | 0,00   | 23,75  | 15,00 | 5,00  | 5,00    |
| 4    | LSL       | 88,75 | 92,50  | 72,50  | 45,00 | 55,00 | 82,50   |
|      | LB        | 98,75 | 100,00 | 75,00  | 85,00 | 95,00 | 95,00   |

**Tab. 23: Anteil der unterschiedlichen Noten des Gefiederzustandes [in %] im zweiten Untersuchungszeitraum (Mrz. 2011 bis Juni 2011) in Abhängigkeit der Legelinie**

| Note | Legelinie | Hals  | Rücken | Flügel | Brust | Bauch | Schwanz |
|------|-----------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|
| 1    | LSL       | 3,75  | 10,00  | 26,25  | 38,75 | 62,50 | 17,50   |
|      | LB        | 0,00  | 0,00   | 6,25   | 15,00 | 0,00  | 6,25    |
| 2    | LSL       | 26,25 | 21,25  | 28,75  | 27,50 | 17,50 | 40,00   |
|      | LB        | 5,00  | 0,00   | 30,00  | 27,50 | 1,25  | 5,00    |
| 3    | LSL       | 33,75 | 23,75  | 35,00  | 31,25 | 12,50 | 35,00   |
|      | LB        | 32,50 | 0,00   | 51,25  | 38,75 | 20,00 | 18,75   |
| 4    | LSL       | 36,25 | 45,00  | 10,00  | 2,50  | 7,50  | 7,50    |
|      | LB        | 62,50 | 100,00 | 12,50  | 18,75 | 78,75 | 70,00   |

**Tab. 24: Anteil der unterschiedlichen Noten des Gefiederzustandes [in %] im dritten Untersuchungszeitraum (Juli 2011 bis Okt. 2011) in Abhängigkeit der Legelinie**

| Note | Legelinie | Hals  | Rücken | Flügel | Brust  | Bauch | Schwanz |
|------|-----------|-------|--------|--------|--------|-------|---------|
| 1    | LSL       | 10,00 | 32,50  | 68,75  | 100,00 | 88,75 | 80,00   |
|      | LB        | 2,53  | 1,27   | 55,70  | 81,01  | 3,80  | 17,72   |
| 2    | LSL       | 37,50 | 31,25  | 18,75  | 0,00   | 7,50  | 10,00   |
|      | LB        | 26,58 | 0,00   | 30,38  | 16,46  | 22,78 | 8,86    |
| 3    | LSL       | 40,00 | 3,75   | 11,25  | 0,00   | 2,50  | 10,00   |
|      | LB        | 50,63 | 1,27   | 12,66  | 2,53   | 46,84 | 32,91   |
| 4    | LSL       | 12,50 | 32,50  | 1,25   | 0,00   | 1,25  | 0,00    |
|      | LB        | 20,25 | 97,47  | 1,27   | 0,00   | 26,58 | 40,51   |

**Tab. 25: Durchschnittliche Note des Gefiederzustands am Hals in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)**

| UZR | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,89 | ,32 | ,04 | 80 | 3,99 | ,11 | ,01 |
| 2   | 80  | 3,03 | ,89 | ,10 | 80 | 3,58 | ,59 | ,07 |
| 3   | 80  | 2,55 | ,84 | ,09 | 79 | 2,89 | ,75 | ,08 |

**Tab. 26: Durchschnittliche Note des Gefiederzustands am Rücken in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)**

| UZR | LSL |      |      |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|------|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD   | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,89 | ,45  | ,05 | 80 | 4,00 | ,00 | ,00 |
| 2   | 80  | 3,04 | 1,04 | ,12 | 80 | 4,00 | ,00 | ,00 |
| 3   | 80  | 2,36 | 1,25 | ,14 | 79 | 3,95 | ,35 | ,04 |

**Tab. 27: Durchschnittliche Note des Gefiederzustands an den Flügeln in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)**

| UZR | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,70 | ,51 | ,06 | 80 | 3,74 | ,47 | ,05 |
| 2   | 80  | 2,29 | ,97 | ,11 | 80 | 2,70 | ,77 | ,09 |
| 3   | 80  | 1,45 | ,74 | ,08 | 79 | 1,59 | ,76 | ,09 |

**Tab. 28: Durchschnittliche Note des Gefiederzustands an der Brust in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)

| UZR | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,33 | ,74 | ,08 | 80 | 3,85 | ,36 | ,01 |
| 2   | 80  | 1,98 | ,90 | ,10 | 80 | 2,61 | ,96 | ,07 |
| 3   | 80  | 1,00 | ,00 | ,00 | 79 | 1,22 | ,47 | ,08 |

**Tab. 29: Durchschnittliche Note des Gefiederzustands am Bauch in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)

| UZR | LSL |      |      |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|------|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD   | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,21 | 1,01 | ,11 | 80 | 3,95 | ,22 | ,02 |
| 2   | 80  | 1,65 | ,97  | ,11 | 80 | 3,78 | ,45 | ,05 |
| 3   | 80  | 1,15 | ,53  | ,06 | 79 | 2,96 | ,81 | ,09 |

**Tab. 30: Durchschnittliche Note des Gefiederzustands am Schwanz in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)

| UZR | LSL |      |     |     | LB |      |      |     |
|-----|-----|------|-----|-----|----|------|------|-----|
|     | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD   | SEM |
| 1   | 80  | 3,83 | ,38 | ,04 | 80 | 3,95 | ,22  | ,02 |
| 2   | 80  | 2,33 | ,85 | ,10 | 80 | 3,53 | ,86  | ,10 |
| 3   | 80  | 1,30 | ,64 | ,07 | 79 | 2,96 | 1,10 | ,12 |

**Tab. 31: Durchschnittliche Note der Epithelläsionen der Sohlenballen in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)

| UZR | LSL |      |      |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|------|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD   | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,60 | ,63  | ,07 | 80 | 3,80 | ,40 | ,05 |
| 2   | 80  | 3,01 | 1,07 | ,12 | 80 | 3,23 | ,98 | ,11 |
| 3   | 80  | 2,60 | 1,22 | ,14 | 79 | 2,86 | ,94 | ,11 |

**Tab. 32: Durchschnittliche Note der Epithelläsionen der Zehenballen in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)

| UZR | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,83 | ,50 | ,06 | 80 | 3,80 | ,40 | ,05 |
| 2   | 80  | 3,86 | ,38 | ,04 | 80 | 3,75 | ,58 | ,07 |
| 3   | 80  | 3,84 | ,51 | ,06 | 79 | 3,48 | ,64 | ,07 |

**Tab. 33: Anteil der unterschiedlichen Noten des palpatorischen Brustbeinzustandes in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der mit der jeweiligen Benotung befundeten Hennen)

| UZR | Note | LSL |       | LB |       |
|-----|------|-----|-------|----|-------|
|     |      | n   | %     | n  | %     |
| 1   | 2    | 1   | 1,25  | 1  | 1,25  |
|     | 3    | 15  | 18,75 | 21 | 26,25 |
|     | 4    | 64  | 80,00 | 58 | 72,50 |
| 2   | 2    | 1   | 1,25  | 12 | 15,00 |
|     | 3    | 46  | 57,50 | 39 | 48,75 |
|     | 4    | 33  | 41,25 | 29 | 36,25 |
| 3   | 2    | 7   | 8,75  | 14 | 17,50 |
|     | 3    | 34  | 42,50 | 42 | 52,50 |
|     | 4    | 39  | 48,75 | 23 | 28,75 |

**Tab. 34: Durchschnittliche Note des palpatorischen Brustbeinzustandes in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen x 4 Untersuchungen pro Untersuchungszeitraum)

| UZR | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|     | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 1   | 80  | 3,79 | ,44 | ,05 | 80 | 3,71 | ,48 | ,05 |
| 2   | 80  | 3,40 | ,52 | ,06 | 80 | 3,21 | ,69 | ,08 |
| 3   | 80  | 3,40 | ,65 | ,07 | 79 | 3,11 | ,68 | ,08 |

**Tab. 35: Durchschnittliches Körpergewicht [in kg] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Hennen)

| Lebens-<br>woche | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|                  | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 19               | 20  | 1,15 | ,09 | ,02 | 20 | 1,18 | ,12 | ,03 |
| 22               | 20  | 1,51 | ,14 | ,03 | 20 | 1,56 | ,17 | ,04 |
| 26               | 20  | 1,52 | ,16 | ,04 | 20 | 1,73 | ,21 | ,05 |
| 31               | 20  | 1,63 | ,15 | ,03 | 20 | 1,89 | ,13 | ,03 |
| 36               | 20  | 1,66 | ,16 | ,03 | 20 | 1,96 | ,16 | ,04 |
| 39               | 20  | 1,68 | ,17 | ,04 | 20 | 1,99 | ,15 | ,03 |

| Lebens-<br>woche | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|                  | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 43               | 20  | 1,61 | ,21 | ,05 | 20 | 1,96 | ,17 | ,04 |
| 47               | 20  | 1,68 | ,18 | ,04 | 20 | 1,98 | ,16 | ,04 |
| 52               | 20  | 1,71 | ,18 | ,04 | 20 | 2,01 | ,16 | ,04 |
| 57               | 20  | 1,71 | ,19 | ,04 | 20 | 1,98 | ,16 | ,04 |
| 61               | 20  | 1,70 | ,21 | ,05 | 20 | 1,98 | ,18 | ,04 |
| 65               | 20  | 1,72 | ,19 | ,04 | 19 | 2,01 | ,18 | ,04 |
| 68               | 20  | 1,72 | ,19 | ,04 | 20 | 2,00 | ,18 | ,04 |

**Tab. 36: Durchschnittliche Krallenlänge [in mm] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Hennen)**

| Lebens-<br>woche | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|                  | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 22               | 20  | 1,96 | ,23 | ,05 | 20 | 1,71 | ,21 | ,05 |
| 26               | 20  | 2,16 | ,20 | ,05 | 20 | 1,86 | ,16 | ,04 |
| 31               | 20  | 2,40 | ,21 | ,05 | 20 | 1,96 | ,22 | ,05 |
| 36               | 20  | 2,56 | ,19 | ,04 | 20 | 2,04 | ,24 | ,05 |
| 39               | 20  | 2,11 | ,20 | ,04 | 20 | 2,07 | ,21 | ,05 |
| 43               | 20  | 2,10 | ,18 | ,04 | 20 | 2,07 | ,37 | ,08 |
| 47               | 20  | 2,26 | ,21 | ,05 | 20 | 2,15 | ,24 | ,05 |
| 52               | 20  | 2,54 | ,28 | ,06 | 20 | 2,21 | ,21 | ,05 |
| 57               | 20  | 2,75 | ,29 | ,06 | 20 | 2,34 | ,32 | ,07 |
| 61               | 20  | 1,80 | ,27 | ,06 | 20 | 1,73 | ,32 | ,07 |
| 65               | 20  | 1,80 | ,20 | ,05 | 19 | 1,70 | ,18 | ,04 |
| 68               | 20  | 2,05 | ,22 | ,05 | 20 | 1,92 | ,26 | ,06 |

**Tab. 37: Durchschnittlicher Hämatokrit [in %] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der auswertbaren Blutproben)**

| Lebens-<br>woche | LSL |       |      |     | LB |       |      |      |
|------------------|-----|-------|------|-----|----|-------|------|------|
|                  | n   | MW    | SD   | SEM | n  | MW    | SD   | SEM  |
| 22               | 20  | 31,30 | 3,11 | ,70 | 20 | 30,05 | 2,24 | ,50  |
| 26               | 19  | 29,00 | 1,73 | ,40 | 20 | 27,90 | 2,17 | ,49  |
| 31               | 20  | 29,90 | 1,74 | ,39 | 19 | 28,21 | 2,30 | ,53  |
| 36               | 19  | 29,53 | 2,48 | ,57 | 20 | 28,30 | 2,60 | ,58  |
| 39               | 19  | 29,95 | 2,34 | ,54 | 20 | 28,30 | 1,75 | ,39  |
| 43               | 20  | 28,50 | 2,06 | ,46 | 19 | 26,32 | 1,92 | ,44  |
| 47               | 19  | 32,16 | 3,06 | ,70 | 19 | 28,95 | 2,72 | ,62  |
| 52               | 19  | 30,79 | 4,22 | ,97 | 20 | 28,75 | 4,58 | 1,02 |
| 57               | 20  | 31,70 | 2,41 | ,54 | 19 | 30,63 | 4,46 | 1,02 |
| 61               | 17  | 32,00 | 3,20 | ,78 | 19 | 28,37 | 2,24 | ,51  |
| 65               | 20  | 32,15 | 2,48 | ,55 | 19 | 30,58 | 3,88 | ,89  |
| 68               | 20  | 31,95 | 2,89 | ,65 | 20 | 29,50 | 2,40 | ,54  |



**Tab. 38: Durchschnittlicher Hämoglobingehalt [in mmol/l] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie** (n = Anzahl der auswertbaren Blutproben)

| Lebens-<br>woche | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|                  | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 22               | 20  | 6,54 | ,59 | ,13 | 20 | 5,91 | ,56 | ,12 |
| 26               | 19  | 6,19 | ,38 | ,09 | 20 | 5,93 | ,39 | ,09 |
| 31               | 20  | 6,42 | ,38 | ,08 | 19 | 5,83 | ,60 | ,14 |
| 36               | 19  | 6,13 | ,58 | ,13 | 20 | 5,83 | ,77 | ,17 |
| 39               | 19  | 6,49 | ,48 | ,11 | 20 | 6,03 | ,47 | ,11 |
| 43               | 20  | 6,37 | ,77 | ,17 | 19 | 5,94 | ,56 | ,13 |
| 47               | 19  | 6,78 | ,53 | ,12 | 19 | 5,99 | ,56 | ,13 |
| 52               | 19  | 7,84 | ,87 | ,20 | 20 | 7,14 | ,80 | ,18 |
| 57               | 20  | 7,81 | ,61 | ,14 | 19 | 7,27 | ,92 | ,21 |
| 61               | 17  | 7,48 | ,70 | ,17 | 19 | 6,93 | ,65 | ,15 |
| 65               | 20  | 8,35 | ,44 | ,10 | 19 | 7,67 | ,59 | ,14 |
| 68               | 20  | 8,27 | ,63 | ,14 | 20 | 7,50 | ,87 | ,19 |

**Tab. 39: Durchschnittlicher Calciumgehalt im Serum [in mmol/l] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie** (n = Anzahl der auswertbaren Blutproben)

| Lebens-<br>woche | LSL |      |      |     | LB |      |      |      |
|------------------|-----|------|------|-----|----|------|------|------|
|                  | n   | MW   | SD   | SEM | n  | MW   | SD   | SEM  |
| 22               | 17  | 7,35 | 1,42 | ,34 | 17 | 4,84 | 2,25 | ,55  |
| 26               | 14  | 7,59 | ,82  | ,22 | 8  | 8,19 | 1,34 | ,48  |
| 31               | 12  | 8,04 | ,88  | ,26 | 14 | 7,52 | 1,06 | ,28  |
| 36               | 10  | 8,76 | 1,32 | ,42 | 14 | 8,95 | ,84  | ,23  |
| 39               | 14  | 8,61 | ,66  | ,18 | 6  | 8,80 | ,90  | ,37  |
| 43               | 13  | 8,52 | ,98  | ,27 | 10 | 8,32 | ,97  | ,31  |
| 47               | 2   | 8,17 | 1,19 | ,84 | 7  | 7,90 | ,98  | ,37  |
| 52               | 10  | 7,47 | 1,00 | ,31 | 6  | 7,54 | 2,90 | 1,18 |
| 57               | 17  | 8,16 | 1,07 | ,26 | 14 | 7,57 | 1,76 | ,47  |
| 61               | 8   | 8,13 | 1,01 | ,36 | 10 | 8,21 | ,60  | ,19  |
| 65               | 12  | 8,11 | ,95  | ,28 | 8  | 8,22 | ,77  | ,27  |
| 68               | 15  | 8,27 | 1,02 | ,26 | 12 | 8,65 | 1,11 | ,32  |

**Tab. 40: Durchschnittlicher Phosphorgehalt im Serum [in mmol/l] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie** (n = Anzahl der auswertbaren Blutproben)

| Lebens-<br>woche | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|                  | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 22               | 17  | 2,09 | ,50 | ,12 | 17 | 1,90 | ,53 | ,13 |
| 26               | 14  | 2,01 | ,30 | ,08 | 7  | 2,60 | ,36 | ,14 |
| 31               | 12  | 2,33 | ,31 | ,09 | 14 | 2,38 | ,26 | ,07 |
| 36               | 10  | 2,28 | ,36 | ,11 | 14 | 2,65 | ,37 | ,10 |
| 39               | 14  | 2,41 | ,28 | ,07 | 6  | 2,61 | ,49 | ,20 |

| Lebens-<br>woche | LSL |      |     |     | LB |      |     |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|
|                  | n   | MW   | SD  | SEM | n  | MW   | SD  | SEM |
| 43               | 13  | 2,19 | ,47 | ,13 | 10 | 2,28 | ,23 | ,07 |
| 47               | 2   | 2,06 | ,12 | ,09 | 7  | 2,04 | ,18 | ,07 |
| 52               | 10  | 2,26 | ,45 | ,14 | 6  | 2,62 | ,75 | ,31 |
| 57               | 17  | 2,28 | ,26 | ,06 | 14 | 2,27 | ,51 | ,14 |
| 61               | 8   | 2,77 | ,44 | ,16 | 10 | 2,92 | ,33 | ,10 |
| 65               | 12  | 2,34 | ,39 | ,11 | 8  | 2,63 | ,20 | ,07 |
| 68               | 15  | 2,36 | ,36 | ,09 | 12 | 2,54 | ,49 | ,14 |

**Tab. 41: Durchschnittlicher Immunglobulin Y-Gehalt im Serum [g/l] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der auswertbaren Blutproben)**

| Lebens-<br>woche | LSL |       |      |      | LB |       |      |      |
|------------------|-----|-------|------|------|----|-------|------|------|
|                  | n   | MW    | SD   | SEM  | n  | MW    | SD   | SEM  |
| 22               | 20  | 12,86 | 5,26 | 1,18 | 20 | 13,93 | 5,79 | 1,30 |
| 26               | 20  | 9,60  | 2,33 | ,52  | 20 | 11,00 | 2,87 | ,64  |
| 31               | 16  | 13,90 | 5,54 | 1,38 | 11 | 14,05 | 6,74 | 2,03 |
| 36               | 18  | 11,00 | 4,61 | 1,09 | 20 | 9,46  | 3,06 | ,68  |
| 39               | 14  | 10,09 | 2,84 | ,76  | 5  | 9,91  | 1,55 | ,69  |
| 43               | 20  | 10,78 | 3,81 | ,85  | 20 | 8,78  | 2,42 | ,54  |
| 47               | 20  | 11,40 | 3,61 | ,81  | 20 | 10,82 | 3,95 | ,88  |
| 52               | 18  | 13,22 | 3,76 | ,89  | 14 | 11,86 | 3,55 | ,95  |
| 57               | 20  | 12,81 | 3,91 | ,87  | 19 | 10,88 | 3,67 | ,84  |
| 61               | 19  | 11,82 | 4,15 | ,95  | 19 | 10,33 | 3,33 | ,76  |
| 65               | 20  | 13,64 | 5,46 | 1,22 | 20 | 10,54 | 4,12 | ,92  |
| 68               | 20  | 12,93 | 4,81 | 1,08 | 20 | 12,23 | 3,36 | ,75  |

**Tab. 42: Durchschnittlicher Immunglobulin Y-Gehalt im Eidotter [g/l] in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der untersuchten Eier)**

| Lebens-<br>woche | LSL |       |      |      | LB |       |      |      |
|------------------|-----|-------|------|------|----|-------|------|------|
|                  | n   | MW    | SD   | SEM  | n  | MW    | SD   | SEM  |
| 22               | 10  | 11,12 | 4,12 | 1,30 | 4  | 13,57 | 3,89 | 1,95 |
| 26               | 20  | 12,05 | 2,95 | ,66  | 19 | 12,76 | 3,05 | ,70  |
| 31               | 20  | 11,66 | 2,43 | ,54  | 18 | 11,61 | 2,86 | ,67  |
| 36               | 20  | 10,40 | 2,20 | ,49  | 19 | 9,58  | 1,64 | ,38  |
| 39               | 20  | 11,82 | 2,70 | ,60  | 16 | 10,50 | 2,08 | ,52  |
| 43               | 19  | 13,27 | 3,71 | ,85  | 18 | 12,10 | 2,08 | ,49  |
| 47               | 21  | 12,55 | 3,50 | ,76  | 17 | 11,39 | 2,90 | ,70  |
| 52               | 20  | 12,84 | 3,49 | ,78  | 16 | 12,90 | 3,64 | ,91  |
| 57               | 19  | 12,92 | 3,21 | ,74  | 17 | 14,11 | 6,54 | 1,59 |
| 61               | 18  | 11,14 | 2,53 | ,60  | 18 | 11,30 | 2,79 | ,66  |
| 65               | 20  | 11,61 | 1,89 | ,42  | 18 | 12,22 | 4,12 | ,97  |
| 68               | 20  | 12,76 | 3,08 | ,69  | 15 | 12,02 | 3,09 | ,80  |

**Tab. 43: Anteil der unterschiedlichen Noten des Leberverfettungsgrades [in %] in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der mit der jeweiligen Benotung befundeten Hennen)

| Note | LSL |       | LB |       |
|------|-----|-------|----|-------|
|      | n   | %     | n  | %     |
| 1    | 1   | 5,00  | 0  | 0,00  |
| 2    | 16  | 80,00 | 17 | 89,47 |
| 3    | 1   | 5,00  | 2  | 10,53 |
| 4    | 2   | 10,00 | 0  | 0,00  |

**Tab. 44: Anteil der unterschiedlichen Noten des optischen Brustbeinzustandes [in %] in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der mit der jeweiligen Benotung befundeten Hennen)

| Note | LSL |       | LB |       |
|------|-----|-------|----|-------|
|      | n   | %     | n  | %     |
| 2    | 1   | 5,26  | 4  | 23,53 |
| 3    | 16  | 84,21 | 11 | 64,71 |
| 4    | 2   | 10,53 | 2  | 11,76 |

**Tab. 45: Durchschnittliche Knochenmaße [in mm] in Abhängigkeit des Messpunktes und der Legelinie** (n = Anzahl der vermessenen Knochen von 20 Hennen, linke und rechte Körperseite)

| Knochen | Messpunkt | LSL |        |      |     | LB |        |      |     |
|---------|-----------|-----|--------|------|-----|----|--------|------|-----|
|         |           | n   | MW     | SD   | SEM | n  | MW     | SD   | SEM |
| Humerus | Länge     | 40  | 75,93  | 1,95 | ,31 | 40 | 78,35  | 2,10 | ,33 |
|         | Breite    | 40  | 6,89   | ,38  | ,06 | 40 | 7,85   | ,36  | ,06 |
|         | Höhe      | 40  | 5,76   | ,30  | ,05 | 40 | 6,16   | ,24  | ,04 |
| Tibia   | Länge     | 40  | 112,86 | 3,03 | ,48 | 40 | 112,86 | 3,10 | ,49 |
|         | Breite    | 40  | 6,67   | ,35  | ,05 | 40 | 7,46   | ,34  | ,05 |
|         | Höhe      | 40  | 5,98   | ,35  | ,05 | 40 | 6,95   | ,42  | ,07 |

**Tab. 46: Durchschnittliche Knochenbruchfestigkeit [in N] in Abhängigkeit der Prüfvorschrift und der Legelinie** (n = Anzahl der getesteten Knochen von 20 Hennen, linke und rechte Körperseite)

| Knochen | Prüfvorschrift | LSL |        |       |      | LB |        |       |      |
|---------|----------------|-----|--------|-------|------|----|--------|-------|------|
|         |                | n   | MW     | SD    | SEM  | n  | MW     | SD    | SEM  |
| Humerus | Muc            | 20  | 148,03 | 22,57 | 5,05 | 20 | 185,93 | 33,77 | 7,55 |
|         | Holz           | 20  | 154,10 | 26,64 | 5,96 | 20 | 192,81 | 35,02 | 7,83 |
| Tibia   | Muc            | 20  | 127,85 | 17,68 | 3,95 | 20 | 132,64 | 19,06 | 4,26 |
|         | Holz           | 20  | 134,97 | 23,56 | 5,27 | 20 | 136,61 | 26,59 | 5,95 |

**Tab. 47: Anteil der Hennen mit Aufenthalt auf dem Gitterboden [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | 28,33 | 34,93 | 3,01 | 139 | 30,04 | 29,52 | 2,50 |
| 5:00    | 134 | 55,60 | 26,49 | 2,29 | 139 | 58,81 | 22,70 | 1,92 |
| 6:00    | 134 | 53,54 | 24,93 | 2,15 | 140 | 63,04 | 19,77 | 1,67 |
| 7:00    | 134 | 55,41 | 22,60 | 1,95 | 140 | 66,61 | 17,12 | 1,45 |
| 8:00    | 134 | 58,40 | 19,85 | 1,72 | 140 | 70,36 | 17,12 | 1,45 |
| 10:00   | 192 | 64,84 | 20,49 | 1,48 | 200 | 65,63 | 17,62 | 1,25 |
| 10:20   | 134 | 61,38 | 19,78 | 1,71 | 140 | 65,89 | 17,28 | 1,46 |
| 10:40   | 134 | 64,74 | 18,95 | 1,64 | 140 | 67,86 | 18,06 | 1,53 |
| 11:00   | 134 | 69,96 | 21,19 | 1,83 | 140 | 73,75 | 19,28 | 1,63 |
| 11:20   | 134 | 69,59 | 22,18 | 1,92 | 140 | 71,43 | 19,34 | 1,63 |
| 11:40   | 134 | 63,62 | 21,15 | 1,83 | 140 | 64,11 | 17,28 | 1,46 |
| 12:00   | 134 | 64,93 | 20,59 | 1,78 | 140 | 64,82 | 18,22 | 1,54 |
| 12:20   | 134 | 66,23 | 19,21 | 1,66 | 140 | 67,86 | 16,50 | 1,39 |
| 12:40   | 134 | 66,23 | 20,85 | 1,80 | 140 | 66,96 | 17,30 | 1,46 |
| 13:00   | 134 | 66,04 | 22,61 | 1,95 | 140 | 68,93 | 19,40 | 1,64 |
| 13:20   | 134 | 68,84 | 20,89 | 1,80 | 139 | 69,42 | 18,32 | 1,55 |
| 13:40   | 134 | 67,72 | 20,29 | 1,75 | 140 | 67,50 | 16,88 | 1,43 |
| 14:00   | 134 | 69,59 | 19,72 | 1,70 | 140 | 66,25 | 17,21 | 1,45 |
| 14:20   | 134 | 70,71 | 18,78 | 1,62 | 140 | 65,00 | 17,69 | 1,50 |
| 14:40   | 134 | 68,47 | 19,85 | 1,71 | 140 | 71,96 | 18,60 | 1,57 |
| 15:00   | 134 | 66,60 | 20,32 | 1,76 | 140 | 70,54 | 18,31 | 1,55 |
| 15:20   | 134 | 71,46 | 17,92 | 1,55 | 140 | 73,21 | 17,13 | 1,45 |
| 15:40   | 134 | 73,51 | 19,33 | 1,67 | 140 | 70,54 | 15,94 | 1,35 |
| 16:00   | 134 | 67,16 | 19,49 | 1,68 | 140 | 69,64 | 17,69 | 1,49 |
| 16:20   | 134 | 69,96 | 18,59 | 1,61 | 140 | 71,79 | 16,65 | 1,41 |
| 16:40   | 134 | 70,34 | 21,50 | 1,86 | 140 | 69,46 | 17,24 | 1,46 |
| 17:00   | 134 | 62,13 | 25,78 | 2,23 | 140 | 69,29 | 19,51 | 1,65 |
| 17:20   | 134 | 61,94 | 27,37 | 2,36 | 140 | 67,32 | 19,64 | 1,66 |
| 17:40   | 134 | 55,78 | 28,42 | 2,45 | 140 | 66,96 | 19,73 | 1,67 |
| 18:00   | 210 | 37,62 | 32,56 | 2,25 | 220 | 56,02 | 25,63 | 1,73 |
| 20:30   | 134 | 26,87 | 35,17 | 3,04 | 140 | 24,29 | 23,60 | 1,99 |

**Tab. 48: Anteil der Hennen mit Aufenthalt auf den Staubbadematten [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | 7,59  | 14,09 | 1,21 | 139 | 20,14 | 20,16 | 1,71 |
| 5:00    | 134 | 19,40 | 19,06 | 1,65 | 139 | 26,26 | 17,37 | 1,47 |
| 6:00    | 134 | 21,64 | 17,82 | 1,54 | 140 | 28,39 | 16,21 | 1,37 |
| 7:00    | 134 | 24,44 | 17,74 | 1,53 | 140 | 30,36 | 16,37 | 1,38 |
| 8:00    | 134 | 25,37 | 18,64 | 1,61 | 140 | 28,21 | 17,19 | 1,45 |
| 10:00   | 192 | 24,61 | 17,44 | 1,26 | 200 | 33,13 | 17,89 | 1,26 |
| 10:20   | 134 | 28,36 | 18,34 | 1,58 | 140 | 32,32 | 17,61 | 1,49 |

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 10:40   | 134 | 27,80 | 17,52 | 1,51 | 140 | 31,07 | 17,96 | 1,52 |
| 11:00   | 134 | 23,69 | 18,48 | 1,60 | 140 | 25,89 | 19,06 | 1,61 |
| 11:20   | 134 | 22,57 | 18,61 | 1,61 | 140 | 28,04 | 19,08 | 1,61 |
| 11:40   | 134 | 27,99 | 18,66 | 1,61 | 140 | 35,36 | 16,96 | 1,43 |
| 12:00   | 134 | 25,75 | 17,05 | 1,47 | 140 | 33,93 | 18,26 | 1,54 |
| 12:20   | 134 | 26,49 | 18,84 | 1,63 | 140 | 32,14 | 16,50 | 1,39 |
| 12:40   | 134 | 25,37 | 18,64 | 1,61 | 140 | 32,86 | 17,25 | 1,46 |
| 13:00   | 134 | 25,56 | 19,74 | 1,71 | 140 | 29,82 | 19,64 | 1,66 |
| 13:20   | 134 | 24,81 | 18,01 | 1,56 | 139 | 30,58 | 18,32 | 1,55 |
| 13:40   | 134 | 25,19 | 17,21 | 1,49 | 140 | 32,50 | 16,88 | 1,43 |
| 14:00   | 134 | 25,00 | 17,61 | 1,52 | 140 | 33,57 | 17,17 | 1,45 |
| 14:20   | 134 | 24,81 | 16,93 | 1,46 | 140 | 34,64 | 18,14 | 1,53 |
| 14:40   | 134 | 25,75 | 19,13 | 1,65 | 140 | 27,68 | 18,41 | 1,56 |
| 15:00   | 134 | 27,24 | 18,51 | 1,60 | 140 | 29,11 | 18,14 | 1,53 |
| 15:20   | 134 | 25,19 | 17,21 | 1,49 | 140 | 26,43 | 16,90 | 1,43 |
| 15:40   | 134 | 22,39 | 18,46 | 1,59 | 140 | 29,29 | 15,57 | 1,32 |
| 16:00   | 134 | 29,10 | 19,44 | 1,68 | 140 | 30,18 | 17,87 | 1,51 |
| 16:20   | 134 | 25,75 | 16,77 | 1,45 | 140 | 27,68 | 16,61 | 1,40 |
| 16:40   | 134 | 23,69 | 17,96 | 1,55 | 140 | 28,93 | 16,77 | 1,42 |
| 17:00   | 134 | 26,87 | 19,78 | 1,71 | 140 | 26,79 | 16,05 | 1,36 |
| 17:20   | 134 | 22,57 | 17,31 | 1,50 | 140 | 28,93 | 16,77 | 1,42 |
| 17:40   | 134 | 22,20 | 19,55 | 1,69 | 140 | 29,11 | 16,86 | 1,42 |
| 18:00   | 210 | 16,79 | 21,34 | 1,47 | 220 | 25,68 | 21,36 | 1,44 |
| 20:30   | 134 | 7,84  | 13,85 | 1,20 | 140 | 25,18 | 26,91 | 2,27 |

**Tab. 49: Anteil der Hennen mit Aufenthalt auf den Sitzstangen [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)**

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | 58,89 | 39,64 | 3,41 | 139 | 40,47 | 38,47 | 3,26 |
| 5:00    | 134 | 9,70  | 19,85 | 1,71 | 139 | 5,76  | 12,16 | 1,03 |
| 6:00    | 134 | 8,58  | 19,89 | 1,72 | 140 | 3,57  | 8,78  | ,74  |
| 7:00    | 134 | 7,09  | 13,92 | 1,20 | 140 | 2,14  | 7,02  | ,59  |
| 8:00    | 134 | 7,09  | 13,58 | 1,17 | 140 | 1,07  | 5,08  | ,43  |
| 10:00   | 192 | 7,03  | 13,87 | 1,00 | 200 | ,88   | 4,61  | ,33  |
| 10:20   | 134 | 7,09  | 14,90 | 1,29 | 140 | 1,25  | 5,47  | ,46  |
| 10:40   | 134 | 5,22  | 11,50 | ,99  | 140 | ,71   | 4,18  | ,35  |
| 11:00   | 134 | 4,48  | 10,99 | ,95  | 140 | ,18   | 2,11  | ,18  |
| 11:20   | 134 | 2,61  | 8,27  | ,71  | 140 | ,36   | 2,98  | ,25  |
| 11:40   | 134 | 5,41  | 13,49 | 1,17 | 140 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 12:00   | 134 | 5,04  | 12,18 | 1,05 | 140 | ,71   | 5,95  | ,50  |
| 12:20   | 134 | 4,66  | 12,70 | 1,10 | 140 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 12:40   | 134 | 5,04  | 12,56 | 1,08 | 140 | ,18   | 2,11  | ,18  |
| 13:00   | 134 | 6,16  | 14,19 | 1,23 | 140 | 1,25  | 5,47  | ,46  |
| 13:20   | 134 | 3,17  | 10,80 | ,93  | 139 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 13:40   | 134 | 4,10  | 11,95 | 1,03 | 140 | ,00   | ,00   | ,00  |

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 14:00   | 134 | 2,61  | 8,27  | ,71  | 140 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 14:20   | 134 | 2,99  | 10,19 | ,88  | 140 | ,18   | 2,11  | ,18  |
| 14:40   | 134 | 3,36  | 9,09  | ,79  | 140 | ,18   | 2,11  | ,18  |
| 15:00   | 134 | 4,48  | 10,99 | ,95  | 140 | ,36   | 2,98  | ,25  |
| 15:20   | 134 | 1,68  | 6,28  | ,54  | 140 | ,36   | 2,98  | ,25  |
| 15:40   | 134 | 1,49  | 5,95  | ,51  | 140 | ,18   | 2,11  | ,18  |
| 16:00   | 134 | 1,87  | 7,27  | ,63  | 140 | ,18   | 2,11  | ,18  |
| 16:20   | 134 | 1,87  | 9,00  | ,78  | 140 | ,54   | 3,63  | ,31  |
| 16:40   | 134 | 4,29  | 14,55 | 1,26 | 140 | ,89   | 5,54  | ,47  |
| 17:00   | 134 | 7,84  | 21,11 | 1,82 | 140 | 1,79  | 7,73  | ,65  |
| 17:20   | 134 | 12,13 | 24,47 | 2,11 | 140 | 1,07  | 5,90  | ,50  |
| 17:40   | 134 | 18,47 | 27,75 | 2,40 | 140 | 1,25  | 6,92  | ,58  |
| 18:00   | 210 | 40,12 | 37,42 | 2,58 | 220 | 14,43 | 24,23 | 1,63 |
| 20:30   | 134 | 57,84 | 38,10 | 3,29 | 140 | 38,39 | 37,38 | 3,16 |

**Tab. 50: Anteil der Hennen mit Aufenthalt in den Legenestern [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)**

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |      |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW   | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | 5,19  | 10,62 | ,91  | 139 | 9,35 | 21,76 | 1,85 |
| 5:00    | 134 | 15,30 | 16,77 | 1,45 | 139 | 8,99 | 20,63 | 1,75 |
| 6:00    | 134 | 16,23 | 18,46 | 1,59 | 140 | 5,00 | 17,79 | 1,50 |
| 7:00    | 134 | 13,06 | 17,54 | 1,51 | 140 | ,89  | 4,66  | ,39  |
| 8:00    | 134 | 9,14  | 17,22 | 1,49 | 140 | ,36  | 2,98  | ,25  |
| 10:00   | 192 | 3,52  | 10,42 | ,75  | 200 | ,38  | 3,05  | ,22  |
| 10:20   | 134 | 3,17  | 9,90  | ,85  | 140 | ,54  | 3,63  | ,31  |
| 10:40   | 134 | 2,05  | 6,89  | ,60  | 140 | ,36  | 2,98  | ,25  |
| 11:00   | 134 | 1,87  | 7,27  | ,63  | 140 | ,18  | 2,11  | ,18  |
| 11:20   | 134 | 4,85  | 12,44 | 1,08 | 140 | ,18  | 2,11  | ,18  |
| 11:40   | 134 | 3,17  | 10,36 | ,90  | 140 | ,54  | 3,63  | ,31  |
| 12:00   | 134 | 4,10  | 11,95 | 1,03 | 140 | ,54  | 3,63  | ,31  |
| 12:20   | 134 | 2,61  | 8,82  | ,76  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 12:40   | 134 | 3,36  | 9,59  | ,83  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 13:00   | 134 | 2,24  | 8,37  | ,72  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 13:20   | 134 | 3,17  | 9,41  | ,81  | 139 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 13:40   | 134 | 2,99  | 9,22  | ,80  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 14:00   | 134 | 2,61  | 8,82  | ,76  | 140 | ,18  | 2,11  | ,18  |
| 14:20   | 134 | 1,49  | 5,95  | ,51  | 140 | ,18  | 2,11  | ,18  |
| 14:40   | 134 | 2,43  | 8,60  | ,74  | 140 | ,18  | 2,11  | ,18  |
| 15:00   | 134 | 1,68  | 6,99  | ,60  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 15:20   | 134 | 1,68  | 6,99  | ,60  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 15:40   | 134 | 2,61  | 8,82  | ,76  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 16:00   | 134 | 1,87  | 6,59  | ,57  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 16:20   | 134 | 2,43  | 8,60  | ,74  | 140 | ,00  | ,00   | ,00  |
| 16:40   | 134 | 1,68  | 6,28  | ,54  | 140 | ,71  | 5,95  | ,50  |
| 17:00   | 134 | 3,17  | 9,90  | ,85  | 140 | 2,14 | 13,24 | 1,12 |

| Uhrzeit | LSL |      |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW   | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 17:20   | 134 | 3,36 | 9,59  | ,83  | 140 | 2,68  | 15,78 | 1,33 |
| 17:40   | 134 | 3,54 | 10,24 | ,88  | 140 | 2,68  | 15,78 | 1,33 |
| 18:00   | 210 | 5,48 | 11,72 | ,81  | 220 | 3,86  | 14,80 | 1,00 |
| 20:30   | 134 | 7,46 | 12,27 | 1,06 | 140 | 12,14 | 23,51 | 1,99 |

**Tab. 51: Durchschnittliche Anzahl der Hennen pro Sitzstange [in %] in Abhängigkeit von der Beleuchtungsphase und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, bei denen sich mindestens eine Henne auf der Sitzstange befand in 28 Beobachtungstagen bei 5 Abteilen pro Legelinie)

| Beleuchtungsphase | LSL  |      |      |     | LB  |      |     |     |
|-------------------|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|
|                   | n    | MW   | SD   | SEM | n   | MW   | SD  | SEM |
| Hellphase         | 1050 | 1,42 | ,74  | ,02 | 315 | 1,47 | ,67 | ,04 |
| Dunkelphase       | 303  | 2,06 | 1,00 | ,06 | 222 | 1,98 | ,81 | ,05 |

**Tab. 52: Durchschnittliche Anzahl der Hennen pro Nest [in %] in Abhängigkeit von der Beleuchtungsphase und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, bei denen sich mindestens eine Henne im Nest befand in 28 Beobachtungstagen bei 5 Abteilen pro Legelinie)

| Beleuchtungsphase | LSL |      |     |     | LB  |      |      |      |
|-------------------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                   | n   | MW   | SD  | SEM | n   | MW   | SD   | SEM  |
| Hellphase         | 714 | 1,01 | ,10 | ,00 | 147 | 1,12 | ,45  | ,04  |
| Dunkelphase       | 83  | 1,01 | ,11 | ,01 | 103 | 2,19 | 1,35 | 0,13 |

**Tab. 53: Durchschnittliche Anzahl der fressenden Hennen pro Futtertrog [in %] in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, bei denen mindestens eine Henne aus dem Trog fraß in 28 Beobachtungstagen bei 5 Abteilen pro Legelinie)

| Beleuchtungsphase | LSL  |      |     |     | LB   |      |     |     |
|-------------------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
|                   | n    | MW   | SD  | SEM | n    | MW   | SD  | SEM |
| Hellphase         | 2573 | 1,26 | ,47 | ,01 | 2209 | 1,22 | ,45 | ,01 |

**Tab. 54: Anteil der Hennen, die Nahrungsaufnahme zeigten [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | ,00   | ,00   | ,00  | 139 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 5:00    | 134 | 25,19 | 25,37 | 2,19 | 139 | 19,06 | 23,81 | 2,02 |
| 6:00    | 134 | 23,51 | 25,24 | 2,18 | 140 | 19,82 | 23,13 | 1,95 |
| 7:00    | 134 | 25,37 | 24,71 | 2,13 | 138 | 21,92 | 24,25 | 2,06 |

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 8:00    | 134 | 25,00 | 26,37 | 2,28 | 140 | 22,86 | 24,27 | 2,05 |
| 10:00   | 192 | 23,18 | 26,40 | 1,91 | 200 | 25,13 | 25,74 | 1,82 |
| 10:20   | 134 | 23,32 | 26,41 | 2,28 | 140 | 23,04 | 26,83 | 2,27 |
| 10:40   | 134 | 23,69 | 28,15 | 2,43 | 138 | 22,28 | 26,28 | 2,24 |
| 11:00   | 134 | 41,04 | 34,60 | 2,99 | 140 | 37,14 | 35,16 | 2,97 |
| 11:20   | 134 | 36,75 | 29,83 | 2,58 | 140 | 37,86 | 26,23 | 2,22 |
| 11:40   | 134 | 29,85 | 25,74 | 2,22 | 140 | 25,36 | 26,31 | 2,22 |
| 12:00   | 134 | 28,92 | 25,99 | 2,24 | 140 | 26,79 | 25,03 | 2,12 |
| 12:20   | 134 | 30,97 | 28,79 | 2,49 | 140 | 30,89 | 28,23 | 2,39 |
| 12:40   | 134 | 25,93 | 24,79 | 2,14 | 140 | 23,57 | 22,99 | 1,94 |
| 13:00   | 134 | 26,12 | 28,57 | 2,47 | 140 | 25,36 | 31,88 | 2,69 |
| 13:20   | 134 | 36,94 | 29,04 | 2,51 | 139 | 32,91 | 30,10 | 2,55 |
| 13:40   | 134 | 33,58 | 26,21 | 2,26 | 140 | 27,14 | 24,82 | 2,10 |
| 14:00   | 134 | 30,78 | 27,92 | 2,41 | 139 | 25,54 | 28,31 | 2,40 |
| 14:20   | 134 | 33,96 | 24,79 | 2,14 | 140 | 31,07 | 26,29 | 2,22 |
| 14:40   | 134 | 33,21 | 27,89 | 2,41 | 140 | 27,50 | 25,67 | 2,17 |
| 15:00   | 134 | 30,78 | 28,25 | 2,44 | 140 | 29,11 | 26,92 | 2,28 |
| 15:20   | 134 | 37,50 | 26,68 | 2,30 | 140 | 39,64 | 30,87 | 2,61 |
| 15:40   | 134 | 39,74 | 25,50 | 2,20 | 140 | 37,32 | 26,06 | 2,20 |
| 16:00   | 134 | 41,60 | 27,41 | 2,37 | 140 | 37,68 | 30,95 | 2,62 |
| 16:20   | 134 | 36,38 | 27,53 | 2,38 | 140 | 36,07 | 28,17 | 2,38 |
| 16:40   | 134 | 35,26 | 28,13 | 2,43 | 140 | 36,25 | 29,89 | 2,53 |
| 17:00   | 134 | 38,43 | 30,45 | 2,63 | 140 | 37,32 | 29,76 | 2,52 |
| 17:20   | 134 | 33,02 | 25,76 | 2,23 | 140 | 31,61 | 26,59 | 2,25 |
| 17:40   | 134 | 26,68 | 25,32 | 2,19 | 140 | 30,18 | 25,88 | 2,19 |
| 18:00   | 210 | 16,07 | 22,82 | 1,58 | 220 | 16,36 | 23,99 | 1,62 |
| 20:30   | 134 | ,00   | ,00   | ,00  | 140 | ,00   | ,00   | ,00  |

**Tab. 55: Anteil der Hennen, die Körperpflege zeigten [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)

| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | 2,59  | 9,79  | ,84  | 139 | 3,24  | 9,44  | ,80  |
| 5:00    | 134 | 11,19 | 18,54 | 1,60 | 139 | 17,81 | 26,87 | 2,28 |
| 6:00    | 134 | 13,25 | 20,72 | 1,79 | 140 | 13,57 | 22,85 | 1,93 |
| 7:00    | 134 | 15,98 | 21,22 | 1,83 | 138 | 17,45 | 24,66 | 2,10 |
| 8:00    | 134 | 15,67 | 21,39 | 1,85 | 140 | 16,67 | 25,74 | 2,18 |
| 10:00   | 192 | 18,06 | 23,09 | 1,67 | 200 | 14,42 | 22,43 | 1,59 |
| 10:20   | 134 | 13,62 | 22,66 | 1,96 | 140 | 10,83 | 19,68 | 1,66 |
| 10:40   | 134 | 9,89  | 18,40 | 1,59 | 138 | 5,86  | 16,71 | 1,42 |
| 11:00   | 134 | 5,60  | 16,41 | 1,42 | 140 | 5,24  | 12,66 | 1,07 |
| 11:20   | 134 | 13,25 | 17,79 | 1,54 | 140 | 11,90 | 18,92 | 1,60 |
| 11:40   | 134 | 16,79 | 20,51 | 1,77 | 140 | 19,76 | 26,43 | 2,23 |
| 12:00   | 134 | 18,03 | 21,83 | 1,89 | 140 | 14,35 | 22,69 | 1,92 |
| 12:20   | 134 | 13,68 | 19,83 | 1,71 | 140 | 14,46 | 21,41 | 1,81 |
| 12:40   | 134 | 15,55 | 20,10 | 1,74 | 140 | 12,44 | 21,24 | 1,80 |



| Uhrzeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 13:00   | 134 | 11,82 | 19,85 | 1,71 | 140 | 6,79  | 19,27 | 1,63 |
| 13:20   | 134 | 15,30 | 19,47 | 1,68 | 139 | 11,99 | 19,92 | 1,69 |
| 13:40   | 134 | 16,60 | 22,31 | 1,93 | 140 | 17,08 | 25,06 | 2,12 |
| 14:00   | 134 | 15,73 | 20,76 | 1,79 | 139 | 14,75 | 22,01 | 1,87 |
| 14:20   | 134 | 15,36 | 22,01 | 1,90 | 140 | 15,00 | 23,06 | 1,95 |
| 14:40   | 134 | 16,17 | 20,74 | 1,79 | 140 | 14,05 | 20,75 | 1,75 |
| 15:00   | 134 | 11,26 | 20,52 | 1,77 | 140 | 8,87  | 17,20 | 1,45 |
| 15:20   | 134 | 13,99 | 19,51 | 1,69 | 140 | 7,68  | 14,59 | 1,23 |
| 15:40   | 134 | 13,25 | 18,06 | 1,56 | 140 | 10,54 | 18,37 | 1,55 |
| 16:00   | 134 | 9,14  | 16,38 | 1,41 | 140 | 10,77 | 19,63 | 1,66 |
| 16:20   | 134 | 8,77  | 16,30 | 1,41 | 140 | 7,08  | 15,12 | 1,28 |
| 16:40   | 134 | 9,33  | 17,25 | 1,49 | 140 | 5,89  | 13,43 | 1,14 |
| 17:00   | 134 | 8,02  | 15,51 | 1,34 | 140 | 4,52  | 12,58 | 1,06 |
| 17:20   | 134 | 15,17 | 22,57 | 1,95 | 140 | 3,57  | 11,05 | ,93  |
| 17:40   | 134 | 12,19 | 19,38 | 1,67 | 140 | 6,61  | 15,47 | 1,31 |
| 18:00   | 210 | 11,07 | 17,62 | 1,22 | 220 | 4,39  | 12,68 | ,85  |
| 20:30   | 134 | 1,68  | 7,63  | ,66  | 140 | 1,43  | 6,55  | ,55  |

**Tab. 56: Anteil der staubbadenden Hennen [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)

| Uhrzeit | LSL |      |       |      | LB  |       |       |      |
|---------|-----|------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|         | n   | MW   | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 2:00    | 135 | ,00  | ,00   | ,00  | 139 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 5:00    | 134 | ,00  | ,00   | ,00  | 139 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 6:00    | 134 | ,00  | ,00   | ,00  | 140 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 7:00    | 134 | ,00  | ,00   | ,00  | 138 | ,00   | ,00   | ,00  |
| 8:00    | 134 | ,00  | ,00   | ,00  | 140 | ,36   | 4,23  | ,36  |
| 10:00   | 192 | ,52  | 3,58  | ,26  | 200 | 1,25  | 6,01  | ,42  |
| 10:20   | 134 | 1,49 | 5,95  | ,51  | 140 | 1,96  | 7,39  | ,62  |
| 10:40   | 134 | 1,87 | 6,59  | ,57  | 138 | ,72   | 4,21  | ,36  |
| 11:00   | 134 | ,56  | 3,71  | ,32  | 140 | ,71   | 5,14  | ,43  |
| 11:20   | 134 | 4,85 | 11,25 | ,97  | 140 | 10,71 | 17,26 | 1,46 |
| 11:40   | 134 | 9,33 | 13,60 | 1,17 | 140 | 13,39 | 20,86 | 1,76 |
| 12:00   | 134 | 7,09 | 12,87 | 1,11 | 140 | 14,11 | 19,48 | 1,65 |
| 12:20   | 134 | 4,10 | 10,26 | ,89  | 140 | 7,50  | 15,78 | 1,33 |
| 12:40   | 134 | 4,29 | 9,95  | ,86  | 140 | 5,54  | 14,40 | 1,22 |
| 13:00   | 134 | 3,36 | 8,56  | ,74  | 140 | 1,96  | 8,52  | ,72  |
| 13:20   | 134 | 8,21 | 13,97 | 1,21 | 139 | 10,61 | 18,30 | 1,55 |
| 13:40   | 134 | 8,02 | 14,25 | 1,23 | 140 | 11,96 | 18,84 | 1,59 |
| 14:00   | 134 | 5,41 | 10,78 | ,93  | 139 | 7,73  | 15,88 | 1,35 |
| 14:20   | 134 | 2,61 | 7,68  | ,66  | 140 | 5,00  | 12,44 | 1,05 |
| 14:40   | 134 | 2,99 | 9,72  | ,84  | 140 | 2,50  | 8,10  | ,68  |
| 15:00   | 134 | 2,24 | 7,79  | ,67  | 140 | 2,50  | 10,08 | ,85  |
| 15:20   | 134 | 5,22 | 11,50 | ,99  | 140 | 4,11  | 10,65 | ,90  |
| 15:40   | 134 | 3,36 | 8,56  | ,74  | 140 | 3,39  | 9,10  | ,77  |
| 16:00   | 134 | 2,43 | 7,43  | ,64  | 140 | 2,86  | 10,43 | ,88  |

| Uhrzeit | LSL |      |      |     | LB  |      |      |     |
|---------|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|         | n   | MW   | SD   | SEM | n   | MW   | SD   | SEM |
| 16:20   | 134 | 2,24 | 7,17 | ,62 | 140 | 1,96 | 7,97 | ,67 |
| 16:40   | 134 | 1,87 | 6,59 | ,57 | 140 | 1,07 | 5,90 | ,50 |
| 17:00   | 134 | ,93  | 4,76 | ,41 | 140 | 1,43 | 5,82 | ,49 |
| 17:20   | 134 | 1,87 | 6,59 | ,57 | 140 | 2,50 | 8,10 | ,68 |
| 17:40   | 134 | 1,12 | 6,03 | ,52 | 140 | ,54  | 3,63 | ,31 |
| 18:00   | 210 | ,24  | 2,43 | ,17 | 220 | ,45  | 3,35 | ,23 |
| 20:30   | 134 | ,00  | ,00  | ,00 | 140 | ,00  | ,00  | ,00 |

**Tab. 57: Anteil der körperpickenden Hennen [in %] in Abhängigkeit von der Uhrzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 28 Beobachtungstage x 5 Abteile pro Legelinie)

| Uhrzeit | LSL |      |      |     | LB  |      |      |     |
|---------|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|         | n   | MW   | SD   | SEM | n   | MW   | SD   | SEM |
| 2:00    | 135 | ,00  | ,00  | ,00 | 139 | ,36  | 4,24 | ,36 |
| 5:00    | 134 | ,75  | 4,27 | ,37 | 139 | ,36  | 2,99 | ,25 |
| 6:00    | 134 | ,19  | 2,16 | ,19 | 140 | ,54  | 3,63 | ,31 |
| 7:00    | 134 | ,56  | 3,71 | ,32 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 8:00    | 134 | 1,12 | 5,19 | ,45 | 140 | ,71  | 4,18 | ,35 |
| 10:00   | 192 | ,52  | 3,58 | ,26 | 200 | ,13  | 1,77 | ,13 |
| 10:20   | 134 | 1,12 | 5,19 | ,45 | 140 | ,18  | 2,11 | ,18 |
| 10:40   | 134 | 1,49 | 6,69 | ,58 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 11:00   | 134 | ,37  | 3,04 | ,26 | 140 | ,71  | 4,18 | ,35 |
| 11:20   | 134 | ,56  | 3,71 | ,32 | 140 | ,54  | 3,63 | ,31 |
| 11:40   | 134 | 2,61 | 8,27 | ,71 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 12:00   | 134 | 2,05 | 6,89 | ,60 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 12:20   | 134 | 1,12 | 6,03 | ,52 | 140 | ,71  | 4,18 | ,35 |
| 12:40   | 134 | ,75  | 4,27 | ,37 | 140 | ,71  | 4,18 | ,35 |
| 13:00   | 134 | 1,68 | 6,99 | ,60 | 140 | ,00  | ,00  | ,00 |
| 13:20   | 134 | 2,43 | 9,63 | ,83 | 139 | ,90  | 4,67 | ,40 |
| 13:40   | 134 | 1,87 | 6,59 | ,57 | 140 | 1,43 | 5,82 | ,49 |
| 14:00   | 134 | 1,68 | 6,28 | ,54 | 140 | ,54  | 3,63 | ,31 |
| 14:20   | 134 | 1,49 | 5,95 | ,51 | 140 | ,71  | 4,18 | ,35 |
| 14:40   | 134 | 1,87 | 7,27 | ,63 | 140 | ,89  | 4,66 | ,39 |
| 15:00   | 134 | 2,43 | 8,04 | ,69 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 15:20   | 134 | 2,61 | 8,82 | ,76 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 15:40   | 134 | 2,43 | 7,43 | ,64 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 16:00   | 134 | 2,05 | 6,89 | ,60 | 140 | ,00  | ,00  | ,00 |
| 16:20   | 134 | 2,24 | 7,79 | ,67 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 16:40   | 134 | 1,49 | 5,95 | ,51 | 140 | ,89  | 4,66 | ,39 |
| 17:00   | 134 | 1,49 | 5,95 | ,51 | 140 | ,36  | 2,98 | ,25 |
| 17:20   | 134 | 2,43 | 7,43 | ,64 | 140 | ,71  | 4,18 | ,35 |
| 17:40   | 134 | 1,49 | 5,95 | ,51 | 140 | ,00  | ,00  | ,00 |
| 18:00   | 210 | ,48  | 3,43 | ,24 | 220 | ,00  | ,00  | ,00 |
| 20:30   | 134 | ,00  | ,00  | ,00 | 140 | ,00  | ,00  | ,00 |

**Tab. 58: Anteil der aus den Futtertrögen fressenden Hennen [in %] in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**  
(n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 4 Beobachtungstage pro Intervall x 32 ausgewertete Uhrzeiten x 5 Abteile pro Legelinie)

| Einstreu-intervall | LSL |       |       |      | LB  |       |       |     |
|--------------------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|-----|
|                    | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM |
| 1x                 | 640 | 20,94 | 25,41 | 1,00 | 636 | 15,99 | 23,11 | ,92 |
| 2x                 | 640 | 20,90 | 25,39 | 1,00 | 640 | 16,98 | 22,86 | ,90 |
| 3x                 | 576 | 17,64 | 23,25 | ,97  | 639 | 16,21 | 21,81 | ,86 |
| 4x                 | 513 | 13,73 | 21,04 | ,93  | 639 | 13,90 | 21,11 | ,84 |
| 3x                 | 640 | 16,98 | 23,18 | ,92  | 638 | 15,28 | 22,09 | ,87 |
| 2x                 | 640 | 20,01 | 23,83 | ,94  | 640 | 15,35 | 21,30 | ,84 |
| 1x                 | 640 | 21,71 | 24,53 | ,97  | 640 | 16,12 | 20,60 | ,81 |

**Tab. 59: Anteil der von den Staubbadematten fressenden Hennen [in %] in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**  
(n = Anzahl der Beobachtungen, i.d.R. 4 Beobachtungstage pro Intervall x 32 ausgewertete Uhrzeiten x 5 Abteile pro Legelinie)

| Einstreu-intervall | LSL |       |       |     | LB  |       |       |      |
|--------------------|-----|-------|-------|-----|-----|-------|-------|------|
|                    | n   | MW    | SD    | SEM | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 1x                 | 640 | 4,83  | 12,22 | ,48 | 636 | 9,68  | 18,24 | ,72  |
| 2x                 | 640 | 12,10 | 18,78 | ,74 | 640 | 12,62 | 19,86 | ,78  |
| 3x                 | 576 | 11,88 | 20,43 | ,85 | 639 | 13,54 | 22,01 | ,87  |
| 4x                 | 513 | 12,83 | 21,35 | ,94 | 639 | 16,29 | 25,69 | 1,02 |
| 3x                 | 640 | 11,00 | 20,05 | ,79 | 638 | 12,20 | 21,25 | ,84  |
| 2x                 | 640 | 7,90  | 16,00 | ,63 | 640 | 8,61  | 18,19 | ,72  |
| 1x                 | 640 | 8,01  | 18,48 | ,73 | 640 | 10,65 | 21,00 | ,83  |

**Tab. 60: Durchschnittliche Staubbadedauer (h:min:sec) innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (n = Anzahl der beim Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen an 4 Beobachtungstagen pro Intervall von 5 Abteilen pro Legelinie)

| Einstreu-intervall | LSL |         |         |         | LB  |         |         |         |
|--------------------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|
|                    | n   | MW      | SD      | SEM     | n   | MW      | SD      | SEM     |
| 1x                 | 57  | 0:04:29 | 0:05:12 | 0:00:41 | 95  | 0:04:51 | 0:05:22 | 0:00:33 |
| 2x                 | 130 | 0:03:34 | 0:03:52 | 0:00:20 | 194 | 0:04:06 | 0:04:30 | 0:00:19 |
| 3x                 | 163 | 0:03:22 | 0:03:44 | 0:00:17 | 216 | 0:04:42 | 0:04:28 | 0:00:18 |
| 4x                 | 252 | 0:02:15 | 0:02:48 | 0:00:10 | 260 | 0:04:48 | 0:05:03 | 0:00:18 |
| 3x                 | 225 | 0:03:43 | 0:04:25 | 0:00:17 | 174 | 0:05:46 | 0:05:57 | 0:00:27 |
| 2x                 | 143 | 0:04:48 | 0:05:12 | 0:00:26 | 130 | 0:06:07 | 0:06:37 | 0:00:34 |
| 1x                 | 57  | 0:04:27 | 0:04:39 | 0:00:37 | 50  | 0:08:25 | 0:07:41 | 0:01:05 |

**Tab. 61: Durchschnittliche Staubbadedauer (h:min:sec) innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der beim Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Einstreuzeit | LSL |         |         |         | LB  |         |         |         |
|--------------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|
|              | n   | MW      | SD      | SEM     | n   | MW      | SD      | SEM     |
| 11:00        | 426 | 0:04:17 | 0:04:40 | 0:00:13 | 547 | 0:05:35 | 0:06:03 | 0:00:15 |
| 13:00        | 392 | 0:03:23 | 0:03:57 | 0:00:11 | 396 | 0:05:01 | 0:05:07 | 0:00:15 |
| 15:00        | 170 | 0:02:16 | 0:03:10 | 0:00:14 | 148 | 0:04:13 | 0:03:55 | 0:00:19 |
| 17:00        | 39  | 0:01:57 | 0:02:02 | 0:00:19 | 28  | 0:02:31 | 0:02:23 | 0:00:27 |

**Tab. 62: Durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen, die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten ausführte, in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Stunden, i.d.R. 4 Beobachtungstage x Einstreuhäufigkeit pro Tag x 5 Abteile pro Legelinie)

| Einstreuintervall | LSL |      |      |     | LB |      |      |     |
|-------------------|-----|------|------|-----|----|------|------|-----|
|                   | n   | MW   | SD   | SEM | n  | MW   | SD   | SEM |
| 1x                | 20  | 3,15 | 3,28 | ,73 | 20 | 5,50 | 3,59 | ,80 |
| 2x                | 40  | 3,58 | 1,75 | ,28 | 40 | 5,45 | 3,35 | ,53 |
| 3x                | 54  | 3,26 | 3,06 | ,42 | 60 | 3,97 | 3,08 | ,40 |
| 4x                | 64  | 4,09 | 3,60 | ,45 | 80 | 3,45 | 3,28 | ,37 |
| 3x                | 60  | 3,82 | 2,87 | ,37 | 60 | 3,18 | 2,32 | ,30 |
| 2x                | 40  | 3,85 | 2,90 | ,46 | 40 | 3,68 | 2,69 | ,43 |
| 1x                | 20  | 3,20 | 2,53 | ,56 | 20 | 2,95 | 2,80 | ,63 |

**Tab. 63: Durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen, die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten ausführte, in Abhängigkeit von der Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Stunden, i.d.R. von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Einstreuzeit | LSL |      |      |     | LB  |      |      |     |
|--------------|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|              | n   | MW   | SD   | SEM | n   | MW   | SD   | SEM |
| 11:00        | 134 | 3,43 | 2,72 | ,23 | 140 | 4,40 | 3,12 | ,26 |
| 13:00        | 94  | 4,37 | 3,32 | ,34 | 100 | 4,40 | 3,22 | ,32 |
| 15:00        | 54  | 3,35 | 2,90 | ,39 | 60  | 2,57 | 2,35 | ,30 |
| 17:00        | 16  | 2,44 | 2,10 | ,52 | 20  | 1,45 | 1,85 | ,41 |

**Tab. 64: Durchschnittliche Staubbadedauer (h:min:sec) und durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen, die je ein Abteil (4 Hennen) innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten ausführte, in Abhängigkeit vom Abteil**

| Legelinie | Abteil | SB-Dauer |         | Anzahl der SB-Aktionen |      |
|-----------|--------|----------|---------|------------------------|------|
|           |        | MW       | SEM     | MW                     | SEM  |
| LSL       | 1      | 0:04:29  | 0:00:16 | 3,61                   | 0,32 |
|           | 4      | 0:05:15  | 0:00:32 | 1,75                   | 0,21 |
|           | 6      | 0:03:25  | 0:00:26 | 2,36                   | 0,32 |
|           | 7      | 0:02:01  | 0:00:08 | 6,50                   | 0,42 |
|           | 10     | 0:04:48  | 0:00:18 | 4,00                   | 0,25 |
| LB        | 2      | 0:03:35  | 0:00:11 | 5,92                   | 0,46 |
|           | 3      | 0:06:03  | 0:00:25 | 4,17                   | 0,40 |
|           | 5      | 0:05:58  | 0:00:23 | 2,95                   | 0,25 |
|           | 8      | 0:04:46  | 0:00:19 | 3,97                   | 0,39 |
|           | 9      | 0:07:19  | 0:00:38 | 2,34                   | 0,22 |

**Tab. 65: Durchschnittlicher Anteil der Staubbadeaktionen [in %] innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten, die mit mindestens einer Unterbrechung einhergingen, in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen an 4 Beobachtungstagen pro Intervall von 5 Abteilen pro Legelinie)

| Einstreu-intervall | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|--------------------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|                    | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 1x                 | 63  | 22,22 | 41,91 | 5,28 | 110 | 11,82 | 32,43 | 3,09 |
| 2x                 | 143 | 29,37 | 45,71 | 3,82 | 218 | 13,30 | 34,04 | 2,31 |
| 3x                 | 176 | 26,14 | 44,06 | 3,32 | 234 | 10,26 | 30,40 | 1,99 |
| 4x                 | 262 | 16,79 | 37,45 | 2,31 | 276 | 11,59 | 32,07 | 1,93 |
| 3x                 | 229 | 19,65 | 39,82 | 2,63 | 191 | 8,38  | 27,78 | 2,01 |
| 2x                 | 154 | 11,04 | 31,44 | 2,53 | 147 | 9,52  | 29,45 | 2,43 |
| 1x                 | 64  | 10,94 | 31,46 | 3,93 | 59  | 8,47  | 28,09 | 3,66 |

**Tab. 66: Durchschnittlicher Anteil der Staubbadeaktionen [in %] innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten, die mit mindestens einer Unterbrechung einhergingen, in Abhängigkeit von der Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen, i.d.R. von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Einstreu-zeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|               | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 11:00         | 460 | 21,09 | 40,84 | 1,90 | 616 | 12,66 | 33,28 | 1,34 |
| 13:00         | 411 | 18,00 | 38,47 | 1,90 | 436 | 10,09 | 30,16 | 1,44 |
| 15:00         | 181 | 18,23 | 38,72 | 2,88 | 154 | 6,49  | 24,72 | 1,99 |
| 17:00         | 39  | 28,21 | 45,59 | 7,30 | 29  | 3,45  | 18,57 | 3,45 |

**Tab. 67: Anzahl der Ursachen für Unterbrechungen eines Staubbades innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

(n = Anzahl der unterbrochenen Staubbadeaktionen an 4 Beobachtungstagen pro Intervall von 5 Abteilen pro Legelinie)

| Legelinie | Einstreu-intervall | n  | bepickt | bedrängt | indirekte Störung | erschrocken |
|-----------|--------------------|----|---------|----------|-------------------|-------------|
| LSL       | 1x                 | 14 | 14      | 0        | 0                 | 0           |
|           | 2x                 | 42 | 40      | 0        | 1                 | 1           |
|           | 3x                 | 45 | 42      | 1        | 1                 | 1           |
|           | 4x                 | 44 | 43      | 0        | 1                 | 0           |
|           | 3x                 | 46 | 45      | 0        | 0                 | 1           |
|           | 2x                 | 17 | 15      | 2        | 0                 | 0           |
|           | 1x                 | 7  | 6       | 1        | 0                 | 0           |
| LB        | 1x                 | 13 | 8       | 2        | 0                 | 3           |
|           | 2x                 | 29 | 14      | 5        | 4                 | 6           |
|           | 3x                 | 24 | 15      | 7        | 0                 | 2           |
|           | 4x                 | 32 | 26      | 5        | 1                 | 0           |
|           | 3x                 | 16 | 9       | 3        | 0                 | 4           |
|           | 2x                 | 14 | 9       | 2        | 1                 | 2           |
|           | 1x                 | 5  | 4       | 1        | 0                 | 0           |

**Tab. 68: Anzahl der Ursachen für Unterbrechungen eines Staubbades innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der unterbrochenen Staubbadeaktionen, i.d.R. von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Legelinie | Einstreu-zeit | n  | bepickt | bedrängt | indirekte Störung | erschrocken |
|-----------|---------------|----|---------|----------|-------------------|-------------|
| LSL       | 11:00         | 96 | 89      | 4        | 2                 | 1           |
|           | 13:00         | 74 | 72      | 0        | 1                 | 1           |
|           | 15:00         | 34 | 33      | 0        | 0                 | 1           |
|           | 17:00         | 11 | 11      | 0        | 0                 | 0           |
| LB        | 11:00         | 78 | 52      | 15       | 3                 | 8           |
|           | 13:00         | 44 | 27      | 6        | 2                 | 9           |
|           | 15:00         | 10 | 6       | 4        | 0                 | 0           |
|           | 17:00         | 1  | 0       | 0        | 1                 | 0           |

**Tab. 69: Durchschnittlicher Anteil der vorzeitig beendeten Staubbadeaktionen [in %] innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen an 4 Beobachtungstagen pro Intervall von 5 Abteilen pro Legelinie)

| Einstreu-intervall | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|--------------------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|                    | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 1x                 | 57  | 59,65 | 49,50 | 6,56 | 95  | 65,26 | 47,87 | 4,91 |
| 2x                 | 130 | 51,54 | 50,17 | 4,40 | 194 | 51,03 | 50,12 | 3,60 |
| 3x                 | 163 | 49,08 | 50,15 | 3,93 | 216 | 47,69 | 50,06 | 3,41 |
| 4x                 | 253 | 59,68 | 49,15 | 3,09 | 260 | 42,31 | 49,50 | 3,07 |
| 3x                 | 224 | 58,93 | 49,31 | 3,29 | 174 | 35,63 | 48,03 | 3,64 |
| 2x                 | 143 | 50,35 | 50,17 | 4,20 | 130 | 51,54 | 50,17 | 4,40 |
| 1x                 | 57  | 61,40 | 49,11 | 6,51 | 51  | 37,25 | 48,83 | 6,84 |

**Tab. 70: Durchschnittlicher Anteil der vorzeitig beendeten Staubbadeaktionen [in %] innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen, i.d.R. von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Einstreu-zeit | LSL |       |       |      | LB  |       |       |      |
|---------------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|
|               | n   | MW    | SD    | SEM  | n   | MW    | SD    | SEM  |
| 11:00         | 426 | 52,35 | 50,00 | 2,42 | 548 | 54,93 | 49,80 | 2,13 |
| 13:00         | 391 | 56,52 | 49,64 | 2,51 | 396 | 43,18 | 49,60 | 2,49 |
| 15:00         | 171 | 63,16 | 48,38 | 3,70 | 148 | 29,73 | 45,86 | 3,77 |
| 17:00         | 39  | 48,72 | 50,64 | 8,11 | 28  | 21,43 | 41,79 | 7,90 |

**Tab. 71: Anzahl der Ursachen für vorzeitige Beendigungen eines Staubbades innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (n = Anzahl der diesbezüglich auswertbaren Staubbadeaktionen an 4 Beobachtungstagen pro Intervall von 5 Abteilen pro Legelinie)

| Legelinie | Einstreu-intervall | n   | wegge-pickt | ver-drängt | indirekte Störung | erschrok-ken | rutscht von Matte |
|-----------|--------------------|-----|-------------|------------|-------------------|--------------|-------------------|
| LSL       | 1x                 | 34  | 12          | 7          | 15                | 0            | 0                 |
|           | 2x                 | 67  | 48          | 4          | 15                | 0            | 0                 |
|           | 3x                 | 80  | 51          | 11         | 17                | 0            | 1                 |
|           | 4x                 | 151 | 107         | 1          | 39                | 0            | 4                 |
|           | 3x                 | 132 | 89          | 11         | 28                | 3            | 1                 |
|           | 2x                 | 72  | 53          | 6          | 13                | 0            | 0                 |
|           | 1x                 | 35  | 22          | 4          | 7                 | 0            | 2                 |
| LB        | 1x                 | 62  | 11          | 36         | 9                 | 3            | 3                 |
|           | 2x                 | 99  | 17          | 50         | 22                | 9            | 1                 |
|           | 3x                 | 103 | 27          | 52         | 18                | 5            | 1                 |
|           | 4x                 | 110 | 29          | 58         | 15                | 1            | 7                 |
|           | 3x                 | 62  | 20          | 25         | 13                | 1            | 3                 |
|           | 2x                 | 27  | 26          | 21         | 14                | 3            | 3                 |
|           | 1x                 | 19  | 4           | 11         | 2                 | 0            | 2                 |

**Tab. 72: Anzahl der Ursachen für vorzeitige Beendigungen eines Staubbades innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der diesbezüglich auswertbaren Staubbadeaktionen, i.d.R. von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Legelinie | Einstreu-zeit | n   | wegge-pickt | ver-drängt | indirekte Störung | erschrok-ken | rutscht von Matte |
|-----------|---------------|-----|-------------|------------|-------------------|--------------|-------------------|
| LSL       | 11:00         | 223 | 131         | 22         | 63                | 2            | 5                 |
|           | 13:00         | 221 | 146         | 21         | 51                | 0            | 3                 |
|           | 15:00         | 108 | 90          | 1          | 16                | 1            | 0                 |
|           | 17:00         | 19  | 15          | 0          | 4                 | 0            | 0                 |
| LB        | 11:00         | 301 | 73          | 146        | 50                | 18           | 14                |
|           | 13:00         | 171 | 52          | 80         | 31                | 3            | 5                 |
|           | 15:00         | 44  | 7           | 24         | 11                | 1            | 1                 |
|           | 17:00         | 6   | 2           | 3          | 1                 | 0            | 0                 |



**Tab. 73: Durchschnittlicher Anteil der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten, die mit einem axialen Körperschütteln [in %] abgeschlossen wurden in Abhängigkeit von der täglichen Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen an 4 Beobachtungstagen pro Intervall von 5 Abteilen pro Legelinie)

| Einstreu-intervall | LSL |       |      |      | LB  |       |      |      |
|--------------------|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
|                    | n   | MW    | SD   | SEM  | n   | MW    | SD   | SEM  |
| 1x                 | 56  | 19,64 | 5,36 | 0,00 | 99  | 10,10 | 3,04 | 0,00 |
| 2x                 | 130 | 16,92 | 3,30 | 0,00 | 197 | 3,55  | 1,32 | 0,00 |
| 3x                 | 161 | 14,91 | 2,82 | 0,00 | 212 | 9,43  | 2,01 | 0,00 |
| 4x                 | 239 | 7,53  | 1,71 | 0,00 | 260 | 10,38 | 1,90 | 0,00 |
| 3x                 | 223 | 11,21 | 2,12 | 0,00 | 170 | 10,00 | 2,31 | 0,00 |
| 2x                 | 143 | 11,19 | 2,65 | 0,00 | 131 | 8,40  | 2,43 | 0,00 |
| 1x                 | 56  | 1,79  | 1,79 | 0,00 | 50  | 18,00 | 5,49 | 0,00 |

**Tab. 74: Durchschnittlicher Anteil der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach dem Bestreuen der Staubbadematten, die mit einem axialen Körperschütteln abgeschlossen wurden [in %] in Abhängigkeit von der Einstreuzeit und der Legelinie** (n = Anzahl der durch Continuos Recording ausgewerteten Staubbadeaktionen, i.d.R. von 5 Abteilen pro Legelinie an 28 Beobachtungstagen um 11 Uhr, an 20 Beobachtungstagen um 13 Uhr, an 12 Beobachtungstagen um 15 Uhr und an 4 Beobachtungstagen um 17 Uhr)

| Einstreu-zeit | LSL |       |      |      | LB  |       |      |      |
|---------------|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
|               | n   | MW    | SD   | SEM  | n   | MW    | SD   | SEM  |
| 11:00         | 422 | 12,09 | 1,59 | 0,00 | 550 | 9,45  | 1,25 | 0,00 |
| 13:00         | 388 | 11,86 | 1,64 | 0,00 | 397 | 8,56  | 1,41 | 0,00 |
| 15:00         | 166 | 10,24 | 2,36 | 0,00 | 146 | 6,85  | 2,10 | 0,00 |
| 17:00         | 32  | 9,38  | 5,24 | 0,00 | 26  | 19,23 | 7,88 | 0,00 |

## 11. Danksagung

An erster Stelle gilt mein ganz besonderer Dank Herrn Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard für die Überlassung dieses interessanten Themas, die stets freundliche Unterstützung während meiner Arbeit sowie die Endkorrektur.

Mein ganz spezieller Dank geht an Frau Dr. Shana Bergmann für ihre tatkräftige Hilfe beim praktischen Teil, ihre Beratung bei allen Fragestellungen und Problemen während der Arbeit und die engagierte, sorgfältige Erstkorrektur.

Sehr dankbar bin ich auch Herrn Christian Strobl, für die stets zeitnahe und geduldige Hilfe bei allen computertechnischen Anliegen. Frau Dr. Claudia Schweizer danke ich für ihre aktive Unterstützung bei den Blutentnahmen und Bonituren.

Darüber hinaus danke ich dem Laborpersonal Herrn Hermann Kuchler, Frau Katrin Schuster und Frau Nicole Zobel für die geduldige und kompetente Einführung in die Laborabläufe sowie Frau Christina Hoeborn und Frau Karin Scholz für ihr großes Engagement, mich praktisch zu unterstützen.

Auch allen übrigen MitarbeiterInnen des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU sowie den PraktikantInnen, die mir während des praktischen Teils geholfen haben, möchte ich danken.

Herrn Prof. Helmut Küchenhoff und den Mitarbeitern des Statistischen Beratungslabor, Institut für Statistik, Ludwig-Maximilians-Universität, München, Deutschland danke ich für ihre umfassende Beratung bei der statistischen Auswertung.

Sehr dankbar bin ich auch Herrn Prof. Dr. Rüdiger Korbelt und den MitarbeiterInnen der Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Zierfische der LMU München für die Untersuchung der eingesandten Proben, dem Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) in Oberschleißheim für die Kotuntersuchungen sowie dem Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. (TGD) für die pathologische Untersuchung einer Henne.

Der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung (LVFZ) in Kitzingen unter der Leitung von Herrn Dr. Klaus Damme danke ich für die angebotenen Räumlichkeiten und dem Personal für die kompetente Durchführung der Tötung der Hennen.

Ein großer Dank geht auch an die Bein GmbH, Eiterfeld, für die freundliche Beratung und die Zurverfügungstellung Silikat Fossil Shield®.

All meinen FreundInnen danke ich herzlichst für ihr stets offenes Ohr, die verständnisvolle Begleitung durch diese Arbeit und die unzähligen aufmunternden Worte. In diesem Zusammenhang möchte ich insbesondere Bettina Mai nennen sowie „die Mädels vom Lehrstuhl“ Sandra Brandl, Hye-Won Lee, Christina Hoeborn und Sandra Mayr.

Ich danke meinem Freund Andreas Pousinis, der mir immer den Rücken freigehalten und versucht hat, mich zu unterstützen, wo es nur geht, von Herzen für sein Verständnis und die schönen und ablenkenden gemeinsamen Stunden.

Mein aufrichtigster und größter Dank geht an meine Familie, die mir nicht nur mental eine große Stütze war, sondern mir die Durchführung dieser Arbeit überhaupt erst ermöglicht und immer an mich geglaubt hat. Besonders meiner Mutter danke ich für ihre uneingeschränkte Geduld und Liebe, ihr Vertrauen in mich und die aufbauenden Worte in dieser manchmal sehr anstrengenden Zeit.

Nicht zuletzt gilt mein Dank meinen vierzig Hennen, durch die ich viel Interessantes lernen konnte, zahlreiche neue Erfahrungen sammeln durfte und die mir im Laufe der Zeit sehr ans Herz gewachsen sind, insbesondere Huhn Nr. 6.